

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Направление Агроинженерия
 Профиль Технический сервис в агропромышленном комплексе

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы |
|---|
| Проект участка по капитальному ремонту ДВС грузовых автомобилей в условиях ООО «Энергомонтаж СК» |

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|---------|---------------------------|---------|------|
| 3-10Б51 | Ковалёв Евгений Сергеевич | | |

УДК 629.3.085.3:621.43-049.32

Руководитель

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------|----------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ОТП | Сапрыкина Наталья Анатольевна | к.т.н. | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ:

Нормоконтроль

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------|----------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ОТП | Сапрыкина Наталья Анатольевна | к.т.н. | | |

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|----------------|-----------------------------------|----------------------------|---------|------|
| Доцент ЮТИ ТПУ | Лизунков Владислав Геннадьевич | канд. пед. наук, доцент | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|----------------|---------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ЮТИ ТПУ | Солодский Сергей Анатольевич | к.т.н. | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-------------------|----------------------------------|---------------------------|---------|------|
| ООП Агроинженерия | Проскоков Андрей Владимирович | к.т.н., доцент | | |

Юрга – 2020 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

| Код результата | Результат обучения |
|----------------|---|
| P1 | Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности |
| P2 | Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире. |
| P3 | Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности |
| P4 | Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности. |
| P5 | Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях агропромышленного комплекса и смежных отраслей |
| P6 | Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях агропромышленного комплекса и в отраслевых научных организациях. |
| P7 | Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в техническом сервисе, при производстве, восстановлении и ремонте иных деталей и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности |
| P8 | Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении, ремонте и восстановлении деталей и узлов сельскохозяйственной техники, для агропромышленного и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы в техническом сервисе, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей. |
| P9 | Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на предприятиях агропромышленного комплекса. |
| P10 | Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля в техническом сервисе. |
| P11 | Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении, ремонте и восстановлении деталей и узлов сельскохозяйственной техники и при проведении технического сервиса в агропромышленном комплексе. |
| P12 | Проектировать изделия сельскохозяйственного машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы технического сервиса, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности. |
| P13 | Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии. |
| P14 | Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований. |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Юргинский технологический
 Направление подготовки Агроинженерия

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Проскоков А.В.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

| |
|---------------------|
| бакалаврской работы |
|---------------------|

Студенту:

| Группа | ФИО |
|---------|-----------------------------|
| 3-10Б51 | Ковалёву Евгению Сергеевичу |

Тема работы:

| | |
|---|-----------------------|
| Проект участка по капитальному ремонту ДВС грузовых автомобилей в условиях ООО «Энергомонтаж СК» | |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | № 9/с от 31.01.2020г. |

| | |
|--|--|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | |
|--|--|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|--|---|
| <p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p> | <p>1. Состав автотранспортного парка, планируемое количество капитальных ремонтов ДВС грузовых автомобилей, двигатель Ford-Ecotorg 9.0L 360PS.</p> |
| <p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p> | <p>1. Аналитический обзор по теме ВКР. 2. Постановка задачи исследования и обоснование темы ВКР. 3. Технологические расчеты, связанные с разработкой проекта участка по капитальному ремонту ДВС грузовых автомобилей. 4. Конструкторская часть. Разработка конструкции стенда для снятия и установки двигателя. 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение. 6. Социальная ответственность.</p> |

| | |
|---|--|
| Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i> | 1. Обустройство строительной площадки (1 лист А1). 2. Компонировочный план (1 лист А1). 3. Планировка участка (1 лист А1). 4. Технологическая карта (1 лист А1). 5. Стенд для снятия и установки двигателя (1 лист А1). 6. Проверочный расчёт детали «Подхват» (1 лист А1). 7. Детализовка стенда установки (8 листов А4). 8. Экономическая оценка проектных решений (1 лист А1). |
|---|--|

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

| Раздел | Консультант |
|---|----------------|
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Лизунков В.Г. |
| Социальная ответственность | Солодский С.А. |

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Реферат

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------|------------------------|---------|------|
| доцент | Сапрыкина Н.А. | к.т.н. | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|---------|---------------|---------|------|
| 3-10Б51 | Ковалёв Е. С. | | |

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

| Группа | ФИО |
|---------|-----------------------------|
| 3-10Б51 | Ковалёву Евгению Сергеевичу |

| Институт | ЮТИ ТПУ | | |
|---------------------|----------|---------------------------|--------------------------|
| Уровень образования | бакалавр | Направление/специальность | 35.03.06 «Агроинженерия» |

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

| | |
|--|--|
| 1. Стоимость приобретаемого оборудования, фонд оплаты труда, производственных расходов | - перечень и характеристика основных фондов и оборотных средств, необходимых для реализации инженерных решений - расчет потребности в рабочей силе |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов | - нормы использования необходимых материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих ресурсов |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Экономический расчет конструкторской разработки

2. Расчет окупаемости конструктивной разработки

3. Расчет срока окупаемости участка

4. Экономический эффект

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Техничко-экономические показатели проекта

| | |
|--|------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 23.04.2020 |
|--|------------|

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------|----------------|----------------------------|---------|------|
| Доцент ОЦТ | Лизунков В. Г. | канд. пед. наук, доцент | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|---------|---------------|---------|------|
| 3-10Б51 | Ковалёв Е. С. | | |

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| Группа | ФИО |
|---------|-----------------------------|
| 3-10Б51 | Ковалёву Евгению Сергеевичу |

| Институт | ЮТИ ТПУ | Направление | |
|---------------------|----------|-------------|--------------------------|
| Уровень образования | Бакалавр | | 35.03.06 «Агроинженерия» |

| Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»: | |
|---|--|
| Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) | Ремонтно-механическая мастерская, включающая в себя: зону текущего ремонта на четыре машина места; зону выполнения ТО-1 и ТО-2 на два машина места; агрегатно-моторный участок, слесарно-механический участок, сварочный участок, моечный участок, складское помещение, административно-бытовые помещения, компрессорную, аккумуляторный участок, электротехнический, топливный и вулканизационные участки. Выполняемые работы: 1) ТО автомобилей; 2) ТО тракторов; 3) ТР автомобилей; 4) ТР тракторов; 5) сезонное обслуживание тракторов; 6) сезонное обслуживание автомобилей; 7) прочие работы. |
| 1. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме | <p>ГОСТ 12.1.005-88 Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.</p> <p>ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.</p> <p>ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.</p> <p>ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.</p> <p>ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.</p> <p>ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.</p> <p>ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования.</p> <p>ГОСТ 12.1.018-93 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования.</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.</p> <p>ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.</p> <p>ГОСТ 12.2.007.1-75 Система стандартов безопасности труда. Машины электрические вращающиеся. Требования безопасности.</p> <p>СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95</p> |

| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке: | |
|--|---|
| 1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: | <ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) |
| 2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности | <ul style="list-style-type: none"> - механические опасности (источники, средства защиты); - термические опасности (источники, средства защиты); - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) |
| 3. Охрана окружающей среды: | <ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны; - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. |
| 4. Защита в чрезвычайных ситуациях: | <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий |
| 5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: | <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны |
| Перечень графического материала: | |
| При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров) | - |

| | | | | |
|--|----------------|------------------------|---------|------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | | 23.04.2020 | | |
| Задание выдал консультант: | | | | |
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Доцент ЮТИ | Солодский С.А. | К.Т.Н. | | |
| Задание принял к исполнению студент: | | | | |
| Группа | ФИО | Подпись | Дата | |
| 3-10Б51 | Ковалёв Е. С. | | | |

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 104 страниц машинописного текста. Представленная работа состоит из четырёх частей, количество использованной литературы – 37 источников. Графический материал представлен на 8 листах формата А1.

Ключевые слова: организация ремонта, ремонтная мастерская, капитальный ремонт техническое обслуживание, технологический процесс, конструкции, технологические расчеты.

В разделе объект и методы исследования выполнен аналитический обзор по теме работы и обоснован выбор темы выпускной работы бакалавра.

В разделе расчеты и аналитика представлены необходимые инженерные расчеты, связанные с организацией работ по разработке проекта участка капитального ремонта двигателей внутреннего сгорания грузовых автомобилей.

В разделе «Социальная ответственность» выявлены опасные и вредные факторы, а также мероприятия по их ликвидации.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» приведена экономическая оценка проектных решений.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2010 и графическом редакторе КОМПАС 3D V13.

ABSTRACT

Graduation paper consists of 104 typescript pages. The presented work consists of four parts, the amount of literature used is 37 sources. Graphic material is presented on 8 sheets of A1 format.

Key words: organization of repair, repair shop, overhaul maintenance, technological process, structures, technological calculations.

In the object and research methods section, an analytical review is carried out on the topic of work and the choice of the theme of the final work of the bachelor is substantiated.

The section of calculations and analytics presents the necessary engineering calculations related to the organization of work on the development of a project for the overhaul section of internal combustion engines of trucks.

The section “Social Responsibility” identifies dangerous and harmful factors, as well as measures to eliminate them.

The section “Financial Management, Resource Efficiency and Resource Saving” provides an economic assessment of design decisions.

The final qualification work was performed in the Microsoft Word 2010 text editor and the KOMPAS 3D V13 graphic editor.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение | 13 |
| 1. Объект и методы исследования | 15 |
| 1.1 Анализ производственно-технологической деятельности ООО «Энергомонтаж СК» | 15 |
| 1.1.1 Характеристика предприятия | 15 |
| 1.1.2 Обоснование и постановка задач проектирования | 18 |
| 1.1.3 Планировка и материально-техническая база предприятия | 19 |
| 1.2 Технологический процесс ремонта двигателя | 22 |
| 1.2.1 Последовательность разборки | 22 |
| 1.2.2 Технология измерений | 26 |
| 1.2.3 Методы выявления трещин | 32 |
| 1.2.4 Ремонт деталей | 32 |
| 1.3 Комплектование деталей | 35 |
| 1.3.1 Технология сборки соединений и двигателя | 35 |
| 1.3.2 Регулировки собранного двигателя | 40 |
| 1.3.3 Обкатка двигателя | 41 |
| 1.3.4 Гарантийное обслуживание | 42 |
| 2. Расчёты и аналитика | 45 |
| 2.1 Организация участка по ремонту двигателей | 45 |
| 2.1.1 Определение состава технологического оборудования участка ремонта двигателей | 45 |
| 2.1.2 Расчет потребностей в производственных площадях участка ремонта двигателей | 47 |
| 2.1.3 Расчет потребностей в энергоресурсах | 48 |
| 2.1.4 Планировка технологического оборудования | 50 |
| 2.1.5 Расчет штатного состава рабочих | 51 |
| 2.2. Разработка технологического процесса восстановления головки | 53 |

| | |
|---|----|
| блока цилиндров | |
| 2.2.1 Восстановление деталей | 53 |
| 2.2.2 Изменение технического состояния рабочей поверхности головки цилиндров | 54 |
| 2.2.3 Разработка маршрутно-операционного технологического процесса восстановления головки цилиндров | 55 |
| 2.2.4 Обоснование выбора рационального способа восстановления головки цилиндров | 56 |
| 2.2.5 Разработка маршрутного технологического процесса | 58 |
| 3 Результаты проведенного исследования | 61 |
| 3.1 Разработка маршрутно-операционного технологического процесса восстановления головки цилиндров | 61 |
| 3.2 Выбор обоснование и расчет конструктивной разработки | 63 |
| 3.3. Обоснование конструктивной разработки | 64 |
| 3.3.1 Описание предлагаемой конструкции | 64 |
| 3.3.2 Расчет конструктивной разработки | 64 |
| 3.3.3 Поверочный расчет детали «Подхват» | 69 |
| 4 Финансовый менеджмент | 73 |
| 4.1 Экономический расчет конструкторской разработки | 73 |
| 4.2 Расчет окупаемости конструктивной разработки | 76 |
| 4.3 Расчет срока окупаемости участка | 77 |
| 4.3.1 Расчёт и калькуляция затрат | 77 |
| 4.3.2 Расчет экономических показателей | 79 |
| 4.3.3 Экономический эффект | 82 |
| 5 Социальная ответственность | 84 |
| 5.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды | 84 |
| 5.1.1 Описание рабочего места | 92 |
| 5.1.2 Охрана труда на участке | 93 |

| | |
|--|-----|
| 5.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды | |
| 5.3 Охрана окружающей среды | 94 |
| 5.4 Защита в чрезвычайных ситуациях | 95 |
| 5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности | 96 |
| 5.6 Расчет искусственного освещения | 97 |
| 5.7 Выводы | 98 |
| Заключение | 100 |
| Список источников | 101 |

Введение

Автомобильный транспорт играет важнейшую роль в транспортном комплексе страны. Главной задачей автомобильного транспорта является полное, качественное и своевременное удовлетворение потребностей народного хозяйства и населения в перевозках при возможности минимальных затратах материальных и трудовых ресурсов. Ежегодно автомобильным транспортом народного хозяйства перевозится более 80 % грузов, транспортом общего пользования – более 75 % пассажиров.

Одновременно автомобильный транспорт является основным потребителем ресурсов, расходуемых транспортным комплексом: 66 % топлив нефтяного происхождения, 70 % трудовых ресурсов и примерно половина всех капиталовложений. Автомобильный транспорт расходует значительное количество запасных частей, материалов, использует при техническом обслуживании (ТО) и ремонте разнообразное техническое оборудование, приспособления и оснастку.

Для повышения эффективности эксплуатации автомобильного транспорта необходимо ускорять создание и внедрение передовой техники и технологии проведения ТО и ТР, улучшать условия труда и быта персонала, повышать его квалификацию и заинтересованность в результатах труда, повышать темпы обновления подвижного состава и других технических средств, укреплять материально-техническую и ремонтную базы, повышать уровень комплексной механизации погрузочно-разгрузочных и ремонтных работ [20, 27].

Трудовые и материальные затраты на поддержание подвижного состава в технически исправном состоянии значительны и в несколько раз превышают затраты на его изготовление.

Высокие затраты на ТО и ТР связаны с отставанием производственно-технической базы (ПТБ) автомобильного транспорта по темпам роста от парка подвижного состава.

Развитие ПТБ предприятий автомобильного транспорта неразрывно связано со строительством новых, расширением, разработкой и техническим перевооружением действующих предприятий.

Интенсификация производства, повышение производительности труда, экономия всех видов ресурсов – это задачи, имеющие непосредственное отношение к автомобильному транспорту. Сокращение трудоемких работ, оснащение рабочих мест и постов высокопроизводительным оборудованием и на этой основе резкое повышение уровня механизации производственных процессов ТО и ремонта подвижного состава следует рассматривать как одно из главных направлений технического прогресса при создании и реконструкции ПТБ предприятий автомобильного транспорта. Механизация работ при ТО и ремонте служит материальной основой повышения эффективности производства, улучшения условий труда, повышения его безопасности и, самое главное, способствует решению задачи повышения производительности труда.

Капитальный ремонт (КР) должен обеспечивать исправность и полный (либо близкий к полному) ресурс автомобиля или агрегата путём восстановления и замены любых сборочных единиц и деталей, включая базовые [30].

Основным источником экономической эффективности КР автомобилей является использование остаточного ресурса их деталей. Около 70-75% деталей автомобиля, поступивших на КР могут быть использованы повторно либо без ремонта, либо после небольшого ремонта.

1. Объект и методы исследования

1.1 Анализ производственно-технологической деятельности ООО «Энергомонтаж СК»

1.1.1 Характеристика предприятия

ООО «Энергомонтаж СК» Томская строительная компания, генеральный подрядчик крупнейшего газового холдинга ПАО «Газпром».

Юридический адрес: 634537, Томская область, Томский район, Дорога Михайловка-Александровское улица, дом 381/1 строение 22. Руководитель Генеральный директор Габдрахманов Рустем Расимович.

ОГРН 1117746772450 от 30 сентября 2011 г. ИНН/КПП 7714852187 701401001. Дата регистрации: 30.09.2011. Среднесписочная численность 1733 сотрудника (2019 г.).

Основной вид деятельности (42.21) – Строительство инженерных коммуникаций для водоснабжения и водоотведения, газоснабжения.

Сфера строительного сервисного производства: реконструкция объектов капитального строительства проектов, обустройство месторождений, промыслов и кустовых площадок. Строительство и ввод в эксплуатацию объектов добычи нефти, газа, газоконденсата и подземных хранилищ.

ООО «Энергомонтаж СК» ведет свою деятельность в Якутии на обустройстве Чаяндинского нефтегазоконденсатного месторождения (рисунок 1.1).

Чаяндинское нефтегазоконденсатное месторождение – одно из крупнейших на Востоке России. Является базовым для формирования Якутского центра газодобычи и ресурсной базой для газопровода «Сила Сибири» (наряду с Ковыктинским месторождением в Иркутской области). Создание Якутского центра газодобычи в первую очередь направлено на

обеспечение газом российских потребителей. С его развитием будут созданы необходимые условия для газоснабжения и газификации населенных пунктов Якутии и других регионов Дальнего Востока.

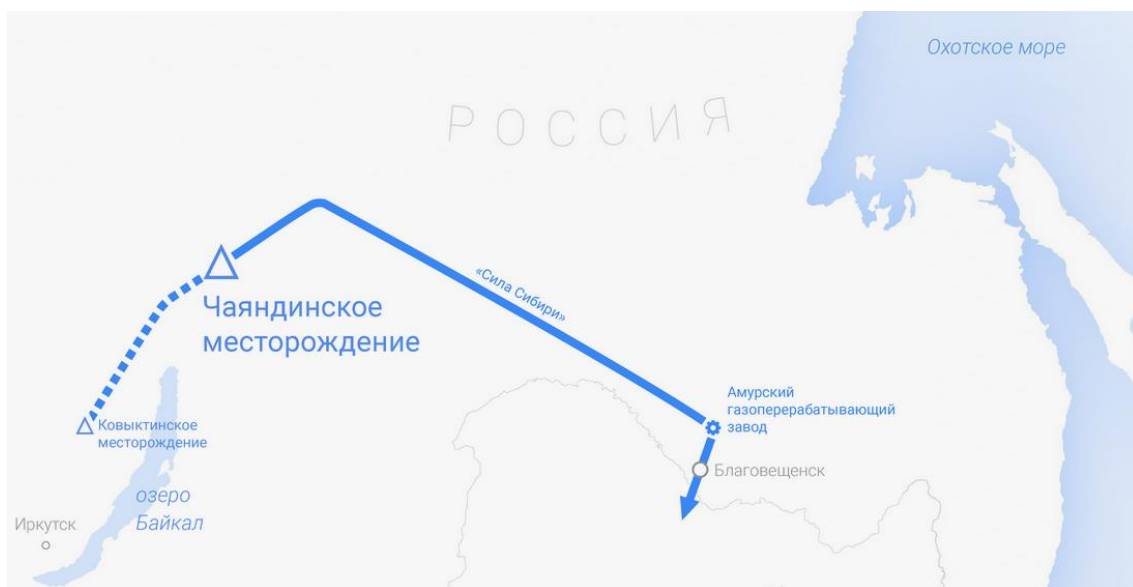


Рисунок 1.1 Чаяндинское месторождение

Открыто в 1983 году в Ленском районе Республики Саха (Якутия). По размеру запасов (B1+B2) относится к категории уникальных – порядка 1,2 трлн. куб. м газа и около 61,6 млн. тонн нефти и конденсата. Проектная годовая производительность – 25 млрд. куб. м газа, 1,9 млн. тонн нефти и 0,4 млн. тонн газового конденсата. Газ месторождения имеет сложный компонентный состав, в том числе содержит значительные объемы гелия.

На обустройстве Чаяндинского месторождения, для выполнения работ по основному виду деятельности, а именно: капитальное строительство объектов добычи газа и нефти, благоустройство месторождений используется большое количество строительной и автомобильной грузовой техники.

Автомобильная техника на данном месторождении работает в суровых условиях, поэтому к технике предъявляются высокие требования к надежности. Автомобили должны выходить на линию ежедневно в работоспособном состоянии. Количество простоев должно быть минимальным [32].

Поэтому целью данной ВКР является разработка проекта участка по капитальному ремонту ДВС грузовых автомобилей, с целью снижения времени простоя.

Состав парка грузовых автомобилей производственной площадки Чаяндинского месторождения представлен в таблице 1.1. В основном используются самосвалы для перевозки сыпучих грузов, кроме них грузовые автомобили для перевозки персонала, транспортировки ГСМ, а также тягачи и лесовозы.

Таблица 1.1 – Состав парка грузовых автомобилей

| № п. | Марка автомобиля | Год выпуска | Количество, шт. |
|--------|----------------------|-------------|-----------------|
| 1 | КАМАЗ-53605-48 | 2014 | 10 |
| 2 | КАМАЗ-65111-48 | 2013 | 10 |
| 3 | КАМАЗ-65115-48 | 2015 | 12 |
| 4 | КАМАЗ-6520-21010-53 | 2013 | 15 |
| 5 | КАМАЗ-6520-53 | 2011 | 20 |
| 6 | КАМАЗ-65201-21010-53 | 2016 | 7 |
| 7 | КАМАЗ-65222-53 | 2013 | 15 |
| 8 | КрАЗ-6322 | 2017 | 6 |
| 9 | МАЗ-6430С9 | 2017 | 3 |
| 10 | УРАЛ 73945-5121-01 | 2013 | 20 |
| 11 | УРАЛ 7470-5511-01 | 2014 | 20 |
| 12 | КрАЗ-65055 | 2014 | 20 |
| 13 | КрАЗ-65032 | 2014 | 15 |
| 14 | КрАЗ-65032 ИК | 2014 | 17 |
| 15 | КрАЗ-7133С4 | 2014 | 13 |
| 16 | КрАЗ-65055 ИК | 2014 | 11 |
| 17 | КрАЗ-63221 | 2014 | 20 |
| 18 | КрАЗ-65053 | 2014 | 10 |
| 19 | КрАЗ-6443 | 2014 | 5 |
| 20 | КрАЗ-6233М6ИК | 2013 | 7 |
| ИТОГО: | | | 256 |

Объём перемещенных грузов грузовыми автомобилями при обустройстве месторождения представлен в таблице 1.2. При обустройстве месторождения происходит вырубка леса с разрабатываемой площадки, выравнивание площадки, подсыпка песчаной подушки. Площадь площадки 100 гектар. Поэтому объём производимых работ достаточно большой. Далее производится обустройство дорог, отсыпка дорог, укладка плит, возведение

металлоконструкций. Объем перемещения грузов очень большой. Задействовано большое количество грузовой и строительной техники.

Таблица 1.2 – Объем перемещенных грузов

| № п. | Наименование | Годы | | |
|------|---|--------|--------|--------|
| | | 2017 | 2018 | 2019 |
| 1 | Лес, Га | 50 | 40 | 10 |
| 2 | Чернозем, м ³ | 100000 | 800000 | 20000 |
| 3 | Песок, м ³ | 300000 | 300000 | 60000 |
| 4 | Песчано-гравийная смесь, м ³ | 120000 | 200000 | 80000 |
| 5 | Щебень, м ³ | 80000 | 150000 | 50000 |
| 6 | Плиты дорожные, т | 3000 | 5000 | 2000 |
| 7 | Металлоконструкции, т | 3000 | 10000 | 30000 |
| 8 | Прочие грузы, т | 100000 | 100000 | 200000 |

1.1.2 Обоснование и постановка задач проектирования

Капитальный ремонт – это сложный технологический процесс, который предусматривает полную разборку, дефектацию, восстановление, замену или ремонт отдельных, износившихся деталей агрегата и сборку.

Капитальный ремонт вследствие сложности и трудоемкости его проведения должен выполняться на специальных участках и должен обеспечивать 80% нормы пробега, установленного для нового агрегата.

Таким образом, анализируя все приведенное выше, можно прийти к выводу, что повысить эффективность деятельности предприятия можно за счет создания участка по ремонту двигателей.

В результате вышеизложенного рассуждения приходим к выводу, о необходимости разработать на имеющейся площади, участок по ремонту двигателей.

В рамках данного проекта целесообразно реализовать решение следующих главных задач:

1. Разработка технологии ремонта двигателей внутреннего сгорания.
2. Разработка участка по ремонту двигателей внутреннего сгорания.
3. Разработка технологического процесса восстановления головки блока двигателя внутреннего сгорания.

4. Разработка мероприятий по безопасности жизнедеятельности и охране труда.

1.1.3 Планировка и материально-техническая база предприятия

Площадь площадки относящиеся к производственной территории по технической эксплуатации автотранспортного комплекса Чаяндинского месторождения составляет 10260 м^2 из них:

- застроенная площадь 3460 м^2 (34%);
- площадь озеленения 2760 м^2 (27%);
- производственная площадь 2025 м^2 (19,8%);
- складская площадь 680 м^2 (6,6%).

При этом значение коэффициента застройки предприятия $K_{\text{зт}}=0,34$, а коэффициента озеленения $K_{\text{оз}}=0,27$, что говорит о достаточно эффективном использовании полезной площади.

План площадки изображён на рисунке 1.2. На плане изображены следующие строения [19]:

- производственный корпус внутри, которого сосредотачивается весь производственный процесс;
- административный корпус, внутри которого осуществляется управление, учёт и контроль за производственным процессом;
- котельная, осуществляющая теплоснабжение этих корпусов;
- гараж необходимый для хранения техники предприятия.

Производственный корпус (рисунок 1.3) представляет собой 9-ти пролётное строение (каждый пролёт по 6 метров) с двумя 6-ти метровыми (цех II и III) и одним 9-ти метровым (цех IV) перекрытием, имеются три пристройки I, V и VI. Пристройка I представляет собой модульное здание Г-образной формы внутри, которого располагается санбытузел 4, три тёплых складских помещения 1, 2 и 3, а так же два участка ремонта электрооборудования один из которых оборудовано электроталью.

Пристройка V является складским помещением и выполнена из стального профнастила на металлических колоннах с фундаментом, внутри располагаются склад металла, склад отремонтированных изделий, склад ремонтируемых изделий, склады оборудованы двумя электроталями. Третья пристройка VI представляет собой небольшое модульное строение внутри, которого располагается кузнечный участок.

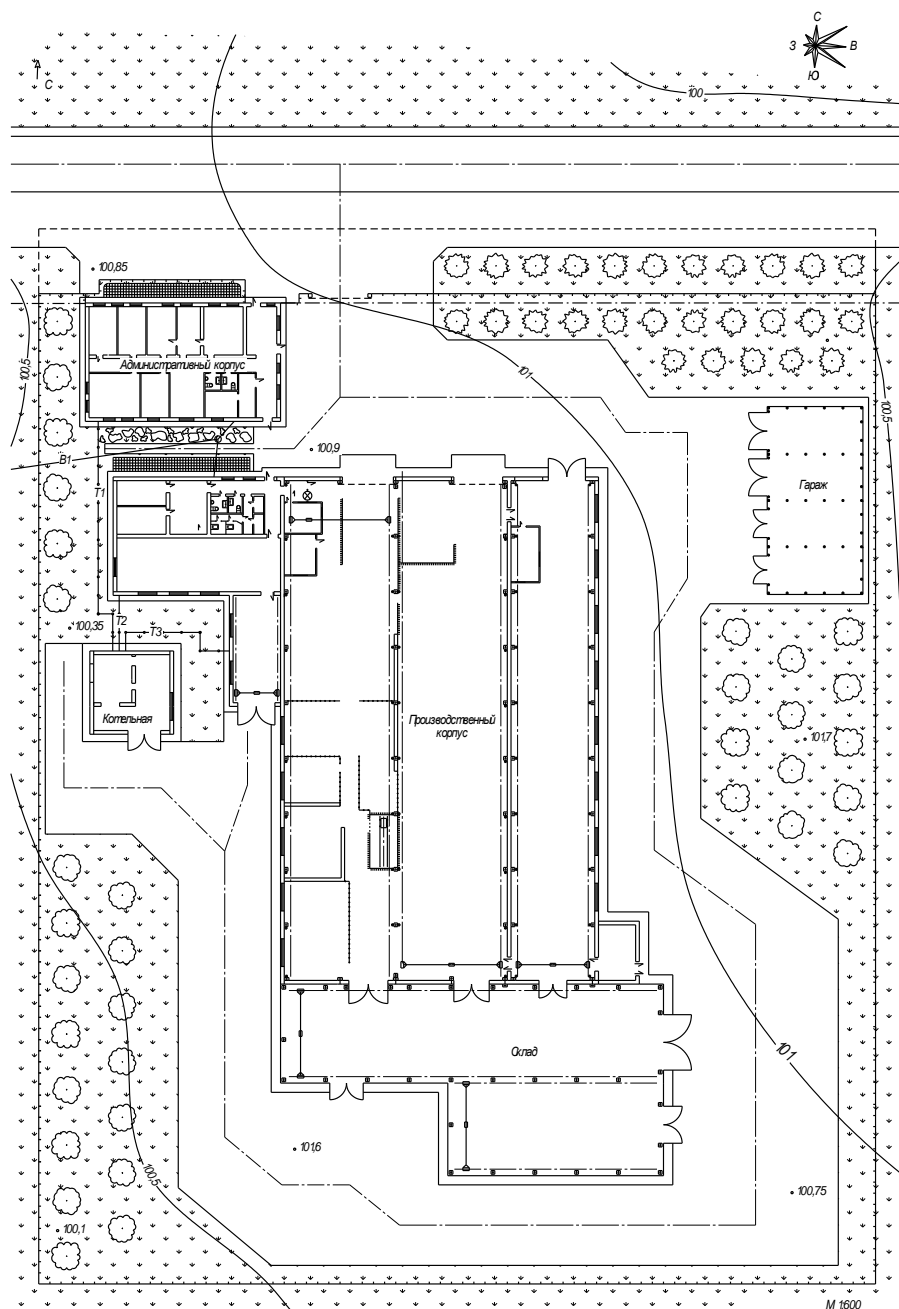


Рисунок 1.2 План автотранспортной площадки

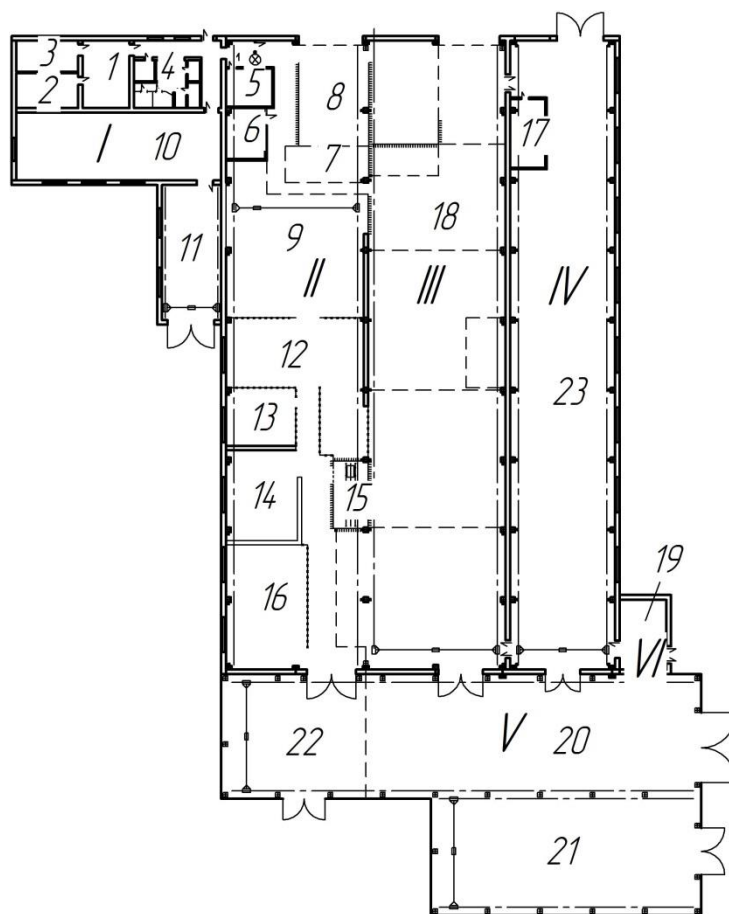


Рисунок 1.3 Схема производственного корпуса: 1; 2, 3 – складское помещение; 4 – санбытузел; 5 – проходная; 6 – подсобное помещение; 7 – моечный участок; 8 – участок наружной мойки и разборки; 9 – участок комплектования и сборки электродвигателей; 10 – участок ремонта электрооборудования №1; 11 – Участок ремонта электрооборудования №2; 12 – слесарно-ремонтный участок; 13 – инструментальная кладовая; 14 – участок ремонта топливной аппаратуры; 15 – покрасочная камера; 16 – наплавочный участок; 17 – сварочный участок; 18 – механический участок; 19 – участок резки проката; 20 – кузнечный участок; 21 – склад проката и листовой стали; 22 – склад готовой продукции; 23 – временно пустующий участок

Внутри производственного корпуса располагаются три основных цеха: цех №1 и №2 №3 механообработки.

Помещение цеха №3 временно пустует, поэтому разрабатываемый участок капитального ремонта предлагается организовать внутри данного помещения.

Можно отметить, что предприятие достаточно хорошо обеспечено производственными площадями, оборудованием и другими материально-техническими. Это создаёт предпосылки к внедрению более современных методов и технологий, создания новых и модернизации существующих участков.

1.2 Технологический процесс ремонта двигателя

1.2.1 Последовательность разборки

Необходимость ремонта возникает при износе деталей, превышающем некоторые предельные значения или наличии повреждений деталей.

Перечень необходимых для ремонта запасных частей составляется при дефектации деталей ещё на стадии разборки двигателя.

Инструмент и приспособления, которые могут понадобиться для разборки и сборки двигателя определённой конструкции, описывается в сервисной литературе по ремонту этого двигателя [27].

При ремонте двигателя предъявляются высокие требования к чистоте сборки соединений и точности измерений допусков и посадок (до сотых, а иногда и до тысячных долей мм), помещения для проведения ремонта двигателя должны быть отгорожены от помещений, где проводятся другие виды работ (например, слесарные или кузовные), иметь вытяжную вентиляцию, пол покрытый плиткой, минимальную запылённость, нормальную влажность и температуру воздуха в пределах 18-25°C. Уменьшение температуры воздуха в помещении относительно средней оптимальной температуры (20°C) на каждые 10°C, приводит к увеличению величины измеряемого зазора примерно на 0,010-0,015 мм.

Ремонт двигателя сводится к последовательному выполнению следующих видов работ и операций:

- Мойка машины и двигателя;
- Снятие двигателя с машины;
- Мойка двигателя снятого с машины;
- Разборка двигателя;
- Мойка деталей двигателя;
- Дефектация деталей;
- Ремонт деталей;
- Комплектование деталей;
- Сборка соединений, сборка двигателя, установка двигателя на машине;
- Регулировки двигателя;
- Обкатка двигателя;
- Гарантийное обслуживание.

Мойка машины и двигателя. Мойка должна производиться теплой водой и подаваемой под давлением, с применением специальных моющих средств. Задачей мойки является недопущение попадания грязи с машины в рабочие помещения.

Снятие двигателя с машины. Для снятия двигателя используют специальные подъёмные механизмы – тали, лебёдки, тельферы и т.п.

Часто целесообразнее демонтировать с машины двигатель в сборе с коробкой передач (меньше работы), а отсоединение коробки проводить непосредственно на стенде для разборки и сборки двигателя или на верстаке.

Последовательность разборочных операций излагается в руководстве по ремонту конкретной модели машины [31].

Мойка двигателя снятого с машины. Мойка двигателя снятого с машины проводится в специально отведённом для этого месте моющими жидкостями или водой с применением специальных моющих средств. Цель мойки - недопущение попадания грязи внутрь двигателя при его разборке, а

так же выявление на корпусных деталях двигателя заводских маркировок, надписей и установочных меток.

Разборка двигателя. Разборка двигателя проводится в последовательности установленной заводом изготовителем. Описание последовательности разборки двигателя конкретной модели указывается в сервисной литературе.

При наличии износного уступа в верхней части цилиндра, который может помешать выниманию поршней с шатунами из цилиндра, уступ срезают шабером (специальный инструмент). После вынимания поршней с шатунами откручивают болты крепления крышек коренных подшипников и снимают коленчатый вал двигателя. Если блок двигателя гильзован – выпресовывают гильзы [33].

В зависимости от конструкции двигателя возможен иной порядок разборки [23].

В процессе разборки двигателя необходимо внимательно осматривать детали. Детали, имеющие повреждения выбраковываются. Детали, не имеющие видимых повреждений, моются и откладываются для последующего инструментального контроля. Детали, не получившие повреждений и не имеющие предельного износа, впоследствии могут быть установлены в двигатель повторно. Детали, которые планируется повторно устанавливать в двигатель должны быть помечены по месту установки. Для откручивания шпилек пользуйтесь «шпильковёртом».

При откручивании болтов и гаек с повреждёнными гранями головок, если позволяет пространство, можно воспользоваться трубным или шарнирным ключом.

При повреждении граней, резьбовой части крепежа и/или чрезмерном удлинении тела болта или шпильки, крепёж заменяется новым. Для крепления деталей необходимо использовать крепёж соответствующего класса прочности и размерности.

Мойка деталей двигателя. Мойка предшествует осмотру с целью выбраковки изношенных деталей и ремонту деталей. Большое количество деталей моют в специальных устройствах – барабанных моющих машинах с ручным или электрическим приводом, или в струйных моющих аппаратах. Принцип действия барабанных устройств напоминает работу простейших стиральных машин. Небольшое количество деталей отмывают вручную. Детали агрегатов обычно покрыты маслянисто-асфальто-смолистыми отложениями и нагаром, которые мешают визуальному осмотру детали, определению степени её изношенности.

В щелочных растворах усиленно корродируют алюминиевые детали.

В «глухих» резьбовых отверстиях не должно оставаться промывочных и смазывающих жидкостей.

Очищенные детали промывают в проточной воде. Температура растворов должна быть 60-70 °С. При мойке узлов и агрегатов, имеющих закрытые подшипники качения, следует исключить попадание моющих растворов во внутренние полости подшипников во избежание вымывания смазки из подшипников и попадания в подшипники грязи.

Дефектация деталей. Вымытые и очищенные детали осматривают, измеряют и сортируют на 1) годные, 2) подлежащие восстановлению и 3) негодные. Годные детали при сборке двигателя устанавливаются на прежние места с прежней ориентацией в пространстве. Детали, подлежащие восстановлению, ремонтируются и, так же, повторно устанавливаются в двигатель. Детали, не подлежащие ремонту, утилизируются. Для выполнения инструментального контроля размеров и геометрии деталей необходимо иметь измерительный инструмент. Минимально-необходимый набор измерительных инструментов должен включать: 1) штангенциркуль для измерения размеров деталей и глубин отверстий с точностью измерения до десятых долей мм; 2) комплект микрометров с общим диапазоном измерений от 0 до 100 мм, для измерения диаметров валов, длины и толщины деталей с точностью до сотых долей мм; 3) нутромер, для измерения диаметров и

деформаций отверстий с точностью до сотых долей мм; 4) комплект щупов от 0,01 до 1,00 мм, для измерений зазоров в сопряжении деталей; 5) слесарную линейку длиной не менее 30 мм; лекальную линейку и лекальный угольник для контроля неплоскостности поверхностей деталей; и стальную поверочную плиту.

На изношенном двигателе могут наблюдаться следующие неисправности деталей [25]:

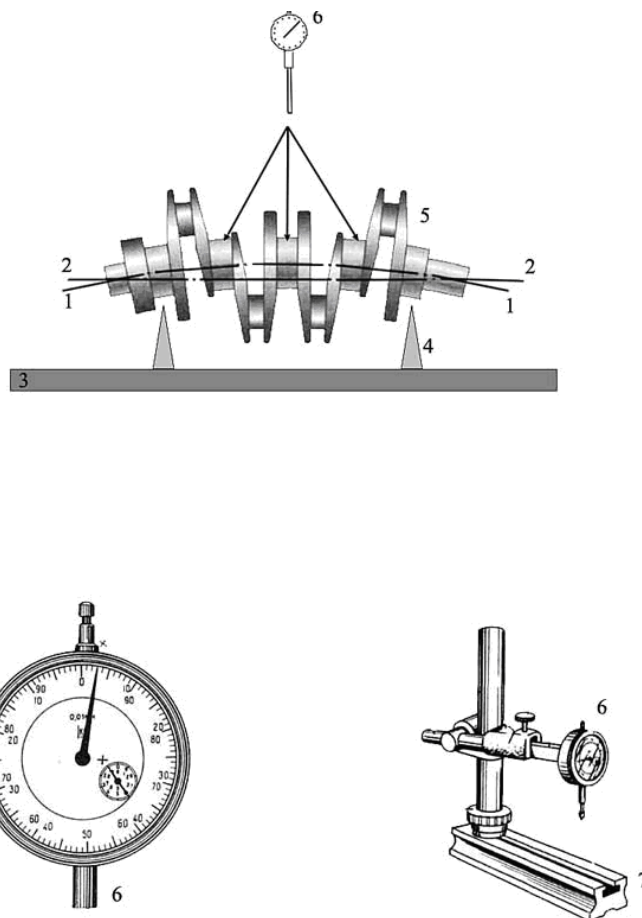
- Изменение размеров детали;
- Изменение геометрической формы детали, в т.ч. деформации плоскостей;
- Отклонения в точности взаиморасположения деталей;
- Механические повреждения;
- Трещины;
- Коррозия деталей;
- Изменение физико-механических свойств материала деталей.

1.2.2 Технология измерений

Проверка состояния деталей двигателя таких повреждений как: коррозия, трещины, сколы, риски, царапины, борозды, задиры, выкрашивание поверхности и т.п. достаточно легко определить на ощупь и визуально. «Неочевидные» и «неуловимые», для визуальной диагностики, количественные оценки повреждения детали как степень износа, величина износа и деформации формы, определяются инструментальными методами с помощью измерительных инструментов.

Деформация валов контролируется на призмах с помощью индикатора часового типа, закреплённого на специальной стойке. Деформация вала определяется по максимальному отклонению от нулевого положения стрелки индикатора при повороте вала в призмах вокруг своей оси. Для большинства современных двигателей величина «биения» средних шеек коленчатого вала

относительно крайних шеек не должна превышать 0,05 мм. Схема, поясняющая сказанное показана на рис. 1.4.



*Рисунок 1.4 Измерение деформации вала; 1-1 Биение вала относительно оси;
2-2 Контролируется индикатором «часового типа», закрепленным на
штативе*

При ремонте конкретного двигателя следует полагаться на данные изготовителя и данные, указанные в сервисной литературе по ремонту конкретного двигателя.

Различать основные и вспомогательные установочные базы. Основными базами являются поверхности, используемые как для закрепления детали на станке, так и для соединения её с другой деталью узла или агрегата. Например, посадочные отверстия шестерён, шейки валов, пояса гильз, являются основными установочными базами. Вспомогательные

установочные базы создаются только для точной установки обрабатываемой детали на станок.

Размеры шеек коленчатого вала необходимо измерять микрометром. С целью определения неравномерности износа (овальности) шатунных шеек, измерение шеек производят в двух направлениях: по радиусу кривошипа и перпендикулярно к нему (рис. 1.5).

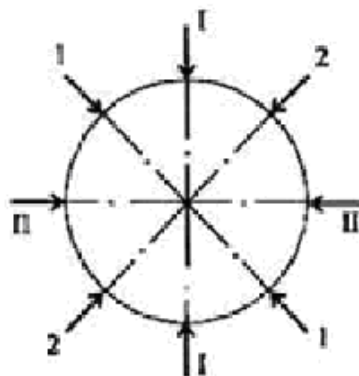


Рисунок 1.5 Схема измерения шейки вала: II - в плоскости действия основной нагрузки и перпендикулярно к ней II-II; для уточнения величины и направления износа проводятся измерения в промежуточных плоскостях 1-1 и 2-2.

Допустимая овальность шеек не должна быть больше 0,010- 0,015 мм. Предельный износ шейки вала не должен быть больше предельно-допустимого размера, установленного изготовителем. Величина износа кулачков распределительного вала определяется измерением их высоты [36].

Под распрямлением следует понимать разницу между наружным диаметром вкладыша в свободном состоянии и диаметром постели (рис. 1.6) .

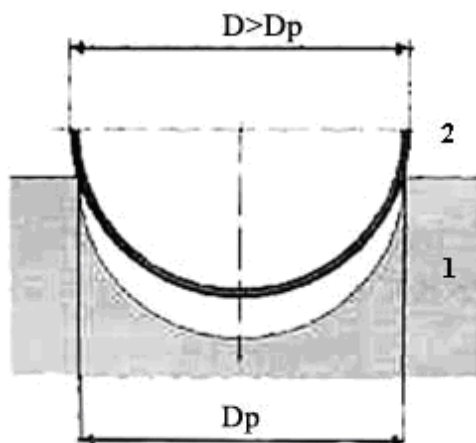


Рисунок 1.6 Распрямление вкладыша подшипника: 1 – опора, 2 – вкладыш, D_p – диаметр постели, D – диаметр вкладыша, $D - D_p$ – разница диаметров или натяг (распрямление) вкладыша

Если распрямление вкладыша меньше 0,5 мм, то его нужно заменить. Измерение диаметров постелей валов, отверстий нижних головок шатунов, цилиндров и иных отверстий осуществляется нутромером. Перед выполнением измерения нутромер устанавливается «на ноль» с помощью кольцевого калибра или микрометра (рис. 1.7).

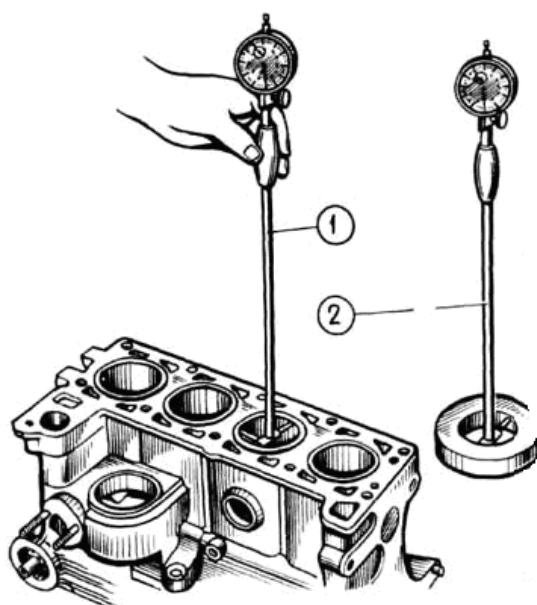
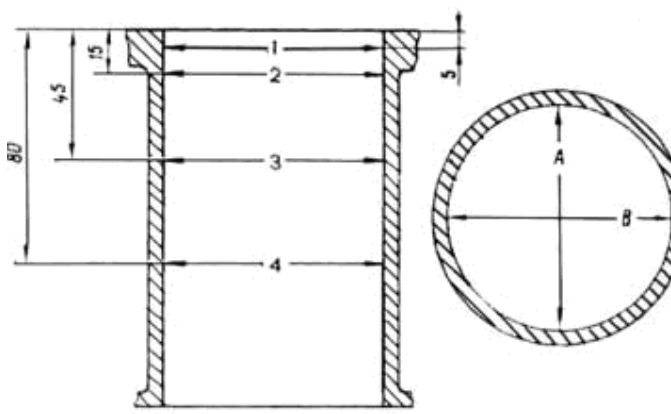


Рисунок 1.7 Измерение диаметра цилиндра нутромером (1) и установка нутромера «на ноль» (2) с помощью кольцевого калибра

Общий износ деталей двигателя определяется по величине зазора между парами трения. Номинальная и предельная величина этого зазора регламентируется техническими условиями. Например, зазор в паре трения цилиндр – поршень у современных двигателей может быть меньше 0,04 мм, а его предельная величина, для разных моделей двигателей, не должна превышать 0,10-0,20 мм. На рис. 1.8 показана рекомендуемая для определённой модели двигателя схема замера цилиндра.

Сбоку показаны расстояния от верхней части цилиндра до соответствующего пояса измерения (регламентируются ТУ). В силу конструктивных особенностей поршня измерение диаметра поршня производится в строго определённом месте.



*Рисунок 1.8 Схема измерения цилиндра: A и B – направления измерений;
1, 2, 3 и 4 – номера поясов*

Если износ цилиндров превышает предельную величину, цилиндры подлежат растачиванию под ремонтные размеры, а гильзы замене. Для многих современных двигателей предельным считается износ, превышающий 0,12 мм. Износ опор и подшипников распределительного вала определяется как разница между измеренными значениями диаметра отверстия постели и опоры (шейки) вала. Вычисленный зазор не должен превышать 0,10 мм. Измерение ширины калиброванной проволоки после сплющивания с помощью шкалы показано на рис. 1.9.

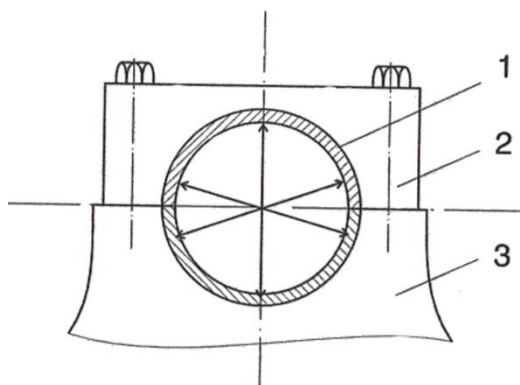


Рисунок 1.9 Измерение с помощью шкалы ширины калиброванной проволоки после сплющивания: 1– калиброванная проволока, 2 – вкладыш, 3 – крышка шатунного подшипника, 4 – шкала для калиброванной проволоки

Диаметры отверстий опор коленчатого вала и отверстий в нижних головках шатунов измеряются при затянутых крышках [22]. Усилия затяжки крепежа должны соответствовать рекомендованным заводом изготовителем. Схема проверки внутреннего диаметра опоры коленчатого вала в сборе с подшипником, показана на рис. 1.10.

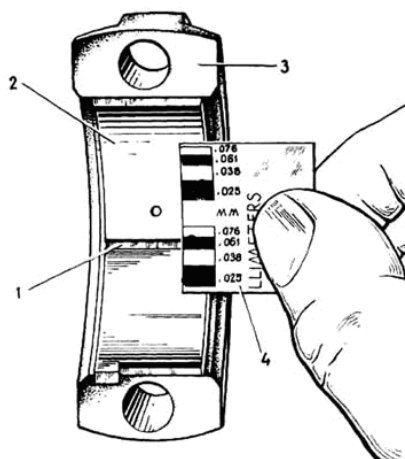


Рисунок 1.10 Схема проверки внутреннего диаметра подшипника коленчатого вала: 1 – вкладыш, 2 – крышка, 3 – основание. Стрелками указаны плоскости измерения внутреннего диаметра.

Серьёзной проблемой в диагностике является обнаружение трещин.

1.2.3 Методы выявления трещин

Метод цветной дефектоскопии. На деталь наносят специальный проникающий раствор, окрашенный в красный (или иной) цвет. Раствор способен затекать глубоко в трещины шириной в тысячные доли мм. На деталь наносят проявляющий раствор белого цвета. Имеющиеся трещины проявляются розовым цветом на белом фоне.

Метод магнитной дефектоскопии. Данный метод используется при диагностировании деталей из чугуна или стали. Деталь намагничивают, помещая её в поле электромагнитов. При наличии в детали трещин, магнитное поле в зоне трещины искажается. При нанесении на деталь ферромагнитного порошка или суспензии, трещина проявляется скоплением вдоль неё магнитного материала.

Метод ультразвуковой дефектоскопии. Ультразвуковая дефектоскопия основана на принципе отражения ультразвуковых импульсов определённой частоты от детали. Дефекты детали диагностируются по искажению отражённой волны на экране дефектоскопа.

Метод рентгенодефектоскопии. Метод основан на просвечивании детали рентгеновским излучением.

1.2.4 Ремонт деталей

Ремонт двигателя сводится к следующим действиям: 1) ремонт отверстий, 2) ремонт валов, 3) ремонт корпусных деталей.

Ремонт отверстий в деталях двигателя выполняется одним из двух способов. Изношенные отверстия либо растачиваются под ремонтные размеры, либо восстанавливаются до номинального размера. Растачиванию под ремонтные размеры подвергаются цилиндры и гильзы цилиндров. Восстановлению подлежат постели шеек коленчатого и распределительного валов, отверстия головок шатунов и т.п. Для расточки отверстий используются расточные и токарные станки. Для восстановления изначальных размеров детали используют методы наплавки, наварки и

порошкового напыления. Для окончательной обработки широко применяются хонингование, выполняемое на специальных хонинговальных станках. Рабочим инструментом хонинговального станка является хонинговальная головка – хона с абразивными брусками [19].

Задача хонингования – получение качественной рабочей поверхности, гладкой и одновременно в меру шероховатой, способной удерживать масло для смазки ответной детали, например, поршня. Создание такой поверхности достигается применением качественного абразивного материала и специальными способами и методами (технологиями) хонингования.

На рис. 1.11 показан участок поверхности цилиндра после хонингования.

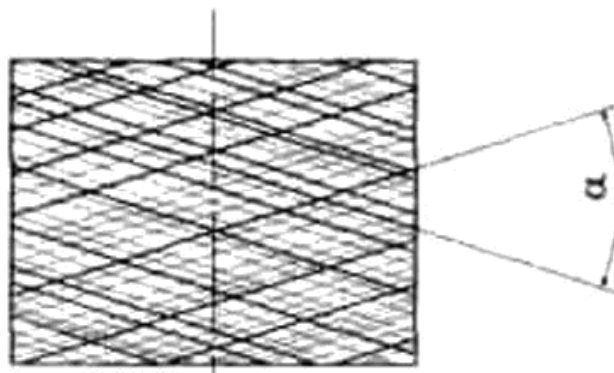


Рисунок 1.11 Фрагмент поверхности цилиндра подвергшегося плосковершинному хонингованию.

Угол α – это угол хонингования. Величина угла зависит от отношения скорости поступательного движения головки хона к скорости ее вращательного движения. Оптимальное значение угла $60-75^\circ$. При меньших значениях угла – ухудшается условиями удержания на поверхности цилиндра масла, при больших – возрастает расход масла.

Обработка отверстия под ремонтные размеры является наиболее распространённым и дешёвым способом восстановления деталей.

Стандартные ремонтные размеры определены техническими условиями на ремонт.

Все цилиндры двигателя должны растачиваться под один и тот же ремонтный размер. При расточке цилиндра оставляется припуск на каждую сторону цилиндра не менее 0,05 мм под последующее хонингование. Целью ремонта отверстий деталей в целом и цилиндров является [32, 34]:

- Восстановление поверхности цилиндров (отверстий);
- Восстановление геометрии отверстий;
- Восстановление величины зазора между цилиндром и охватываемой деталью;
- Восстановление взаимного расположения деталей.

Ремонт валов. Основными неисправностями валов двигателей являются: 1) естественный износ шеек и кулачков, вследствие длительной эксплуатации; 2) задиры шеек и кулачков, вследствие масляного голодания или попадания в пару трения опора – шейка посторонних частиц, а также 3) деформация валов, вследствие воздействия на них предельных нагрузок.

Изношенные валы подвергаются шлифовке шеек под ремонтные размеры, наплавке шеек и кулачков с их последующей обработкой под номинальные размеры и правкой имеющихся деформаций с последующей балансировкой вала. Целью проводимого ремонта является:

- Восстановление зазоров в сопряжении деталей до номинальных значений;
- Восстановление геометрии шеек;
- Восстановление поверхности деталей;
- Восстановление взаимного расположения поверхностей вала и его опор (соосности, перпендикулярности и т.п.).

«Ремонтный шаг» шеек коленчатого вала, как правило, равен 0,25 мм. Вал может иметь два, три, четыре и более ремонтов. Ремонтный размер вкладышей, как правило, выбивается в виде цифры (+0,25; +0,50; +0,75 и т.п.) на его тыльной (не рабочей) поверхности.

1.3 Комплектование деталей

Комплектование предшествует сборке двигателя и проводится с целью установки в двигатель деталей должного качества и размерности, обеспечения необходимых допусков и посадок. Основой комплектования являются технические условия.

Методы комплектования деталей:

1. Селективный метод (метод групповой взаимозаменяемости). Данным способом комплектуются поршни, поршневые пальцы, поршневые кольца и некоторые другие детали. Изготовленные запасные части группируются производителем по массе и размерам и соответствующим образом маркируются (цифрой, краской, буквой латинского алфавита, символом и т.п.). При сборке двигателя в него устанавливаются детали, принадлежащие одной размерной группе, чем обеспечивается соблюдение технических условий сборки, регламентированных допусков и посадок.
2. Метод полной взаимозаменяемости, т.е. без подгонки деталей друг к другу. Подобным образом заменяется, например, цепь и звёздочка ГРМ, подшипник качения в своём гнезде и др. детали.
3. Метод измерения и подгонки деталей основан на измерении размеров двух или более деталей или зазоров между ними, а так же масс деталей. При несоответствии замеренных величин техническим условиям, детали или заменяются более подходящими, или подгоняются друг к другу [3] .

1.3.1 Технология сборки соединений и двигателя

Технология сборки двигателя определяется его конструкцией и может различаться в зависимости от модели. При сборке двигателя должны быть обеспечены. Необходимые натяги или зазоры в соединениях и в парах трения. Например, между гильзой и её гнездом, поршнем и гильзой,

поршневым пальцем и отверстием поршневого пальца, поршневым пальцем и верхней головкой шатуна (втулкой верхней головки шатуна), кольцами и канавками поршня, краями поршневых колец (в замке кольца), седлом клапана и его посадочным отверстием в головке блока цилиндров и т.п.

Подборка (комплектование) деталей по массе. Уравновешенность двигателя достигается, в том числе тщательной подборкой деталей по весу.

Ориентирование деталей. При сборке соединений необходимо соблюдать правильную «ориентацию» поршней и шатунов в цилиндрах двигателя, поршневых колец в канавках поршня, крышек шатунов на разъёме нижней головки шатунов и крышек коленчатого вала на его опорах. Ориентируются и некоторые другие детали двигателя [35].

Усилия, последовательность и порядок затяжки резьбовых соединений. От общего объёма сборочных работ машины сборка резьбовых соединений составляет примерно одну треть. Повреждённый крепёж подлежит обязательной замене.

Установка гильз цилиндров в блок двигателя. Мокрые гильзы устанавливаются в гнёзда блока цилиндров с зазором. От осевого перемещения, гильзы удерживаются головкой блока. Для надёжного прижатия гильзы, её верхняя часть должна выступать над привалочной плоскостью блока цилиндров на рекомендованную величину (0,02-0,12 мм.). Проверка выступания гильзы показана на рис. 1.12.

Установка коленчатого вала в опоры двигателя. Отремонтированный коленчатый вал устанавливается в подшипники (вкладыши) соответствующего ремонтного размера. Ремонтный размер вкладыша выбивается в виде цифры на его тыльной (нерабочей) поверхности и должен соответствовать размерности произведённого ремонта коленчатого вала.

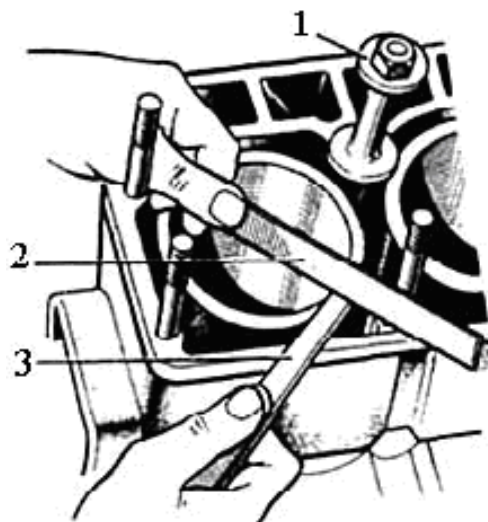


Рисунок 1.12 Проверка выступа гильзы с помощью щупа (3) и локальной линейки (2). От перемещения гильза удерживается с помощью втулки (1), которая опирается на край гильзы и гайки.

При отсутствии рабочей маркировки вкладыша его размер вычисляется путём измерения его толщины микрометром.

Свободное вращение вала является условием правильности сборки. Осевое перемещение вала контролируется с помощью индикатора часового типа рис. 1.13.

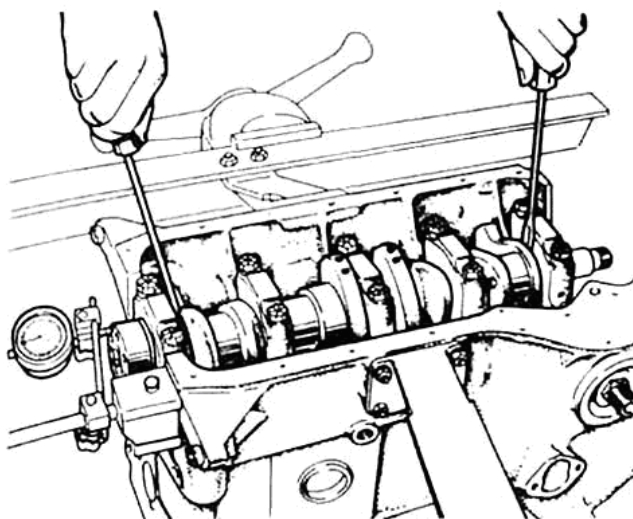


Рисунок 1.13 Проверка осевого зазора КВ с помощью двух отверток и индикатора часового типа

Если величина зазора, измеренного индикатором, больше максимально допустимого (0,25-0,35 мм), упорные кольца заменяются новыми или кольцами ремонтных размеров.

Сборка шатунов с поршнями. Перед сборкой необходимо подогнать поршни и шатуны двигателя по массе к самому лёгкому поршню (шатуну). Разница масс поршней и шатунов для одного двигателя не должна отличаться более чем на 1-1,5% от среднеарифметической массы всех поршней (шатунов) двигателя.

Если разница масс поршней превышает указанную величину «лишний» металл, в пределах разумной достаточности, «бархатным» напильником снимается с нижней наружной стороны бобышек или в ином, указанном производителем месте поршня рис. 1.14.

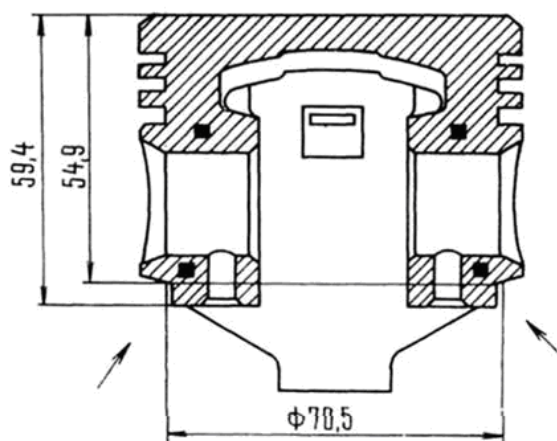


Рисунок 1.14 Схема удаления металла с поршня для подгонки его веса.

Стрелками указаны места, откуда можно удалять металл

При сборке поршней и шатунов и установке их в двигатель необходимо придерживаться ряда правил:

- Поршни и шатуны для одного двигателя подбираются по массе;
- Поршни и шатуны ориентируются в двигателе определённым образом. Для правильной установки этих деталей в двигателе, на детали наносятся специальные метки;

- Замок стопорного кольца поршневого пальца «плавающего типа» должен быть сориентирован по оси поршня, зафиксирован в канавке бобышки поршня, и не иметь в ней существенных перемещений;
- Пальцы «плавающего типа» устанавливаются в головку шатуна через вкладыш с зазором, а в бобышки поршня с небольшим натягом;
- Пальцы «запрессованные» в верхнюю головку шатуна устанавливаются в неё со значительным натягом, а в бобышки поршня должны входить от небольшого усилия ладони.

Установка поршневых колец на поршни. При установке колец на поршень необходимо выполнить некоторые требования:

- Обеспечить необходимый зазор в замке колец;
- Обеспечить необходимый зазор между кольцами и их канавками;
- Обеспечить правильную установку колец на поршень в соответствии с метками, нанесёнными на «верхнюю» часть кольца;
- Обеспечить ориентацию замков колец в пространстве способом, регламентируемым ТУ.

Установка поршней в цилиндры двигателя. Поршни в сборе с шатунами устанавливаются в цилиндры двигателя с помощью специальной оправки, позволяющей сжать поршневые кольца (рис. 1.15).

С помощью такой оправки поршень должен легко, небольшим усилием руки входить в смазанный маслом цилиндр. Перед установкой поршней с кольцами и шатунами в цилиндр стоит ещё раз проконтролировать ориентацию этих деталей в двигателе.

Сборка головки блока цилиндров. Перечень контрольно-измерительных, ремонтных и сборочных работ, выполняемых на головке блока перед её установкой на блок цилиндров, примерно следующий [36]:

- Проверка головки блока на наличие трещин;
- Проверка деформации привалочной плоскости головки блока;

- Замена повреждённых клапанов, прогоревших седел клапанов, изношенных направляющих втулок клапанов,
- Притирка клапанов к седлам, замена маслосъёмных колпачков, сборка клапанов и деталей привода клапанов;
- Очистка и промывка гидротолкателей, наполнение их маслом, установка гидротолкателей.

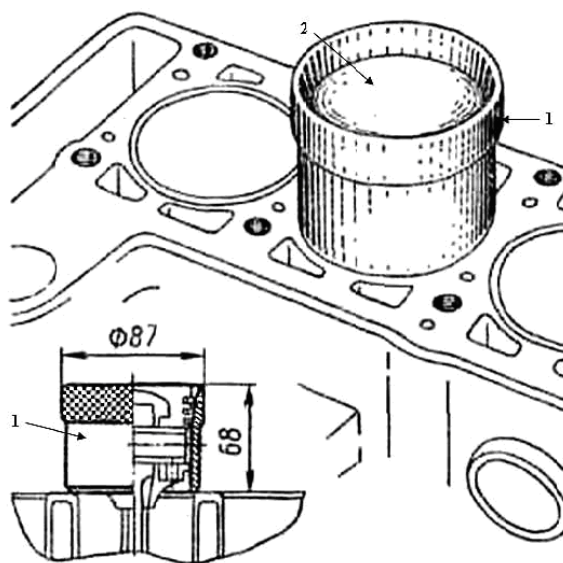


Рисунок 1.15 Установка поршня с поршневыми кольцами и шатуном в цилиндр двигателя при помощи оправки – обжима для колец:

1 - оправка, 2 - поршень

Установка головки блока цилиндров. При установке головки блока на блок цилиндров она центрируется на направляющих втулках. На части двигателей роль центрирующих элементов могут выполнять крепёжные детали (болты или шпильки).

1.3.2 Регулировки собранного двигателя

В зависимости от типа и конструкции двигателя выполняются следующие виды регулировочных работ:

- Натяжение ремня привода генератора и вентилятора;
- Натяжение ремня/цепи ГРМ;

- Регулировка фаз газораспределения;
- Регулировка зазоров в приводе клапанов;
- Регулировка начального угла опережения зажигания;
- Регулировка угла опережения впрыска топлива (для дизельных двигателей);
- Регулировка топливоподачи, оборотов холостого хода и содержания вредных веществ в отработанных газах (регулировка топливной системы).

1.3.3 Обкатка двигателя

Начальную обкатку отремонтированного двигателя необходимо производить перед сдачей машины заказчику с целью приработки деталей друг к другу. Новые и отремонтированные детали могут иметь повышенную шероховатость поверхностей и отклонения формы поверхностей, что приводит к уменьшению площади контакта прирабатываемых «пар трения» и увеличению на поверхности удельных нагрузок (рис. 1.16).

Увеличение нагрузок на детали, в свою очередь, приводит к их повышенному износу, образованию большого количества продуктов износа, и к поломкам.



Рисунок 1.16 Профили поверхности детали: а – не приработанный, б – приработанный

Типы обкатки двигателя:

- 1) холодная обкатка,
- 2) горячая обкатка.

Холодная обкатка двигателя производится на стенде. Стенд имеет в своём составе электродвигатель, обороты которого регулируются, например, с помощью реостата. Период холодной обкатки длится 15 – 20 минут. Обороты электродвигателя (коленчатого вала) повышаются постепенно и не должны превышать 2500 оборотов в минуту. Двигатель должен быть заправлен моторным маслом, давление в системе смазки контролируется по манометру, вкрученному в масляную магистраль.

Горячая обкатка проводится на полностью собранном двигателе, заправленном маслом и охлаждающей жидкостью. Двигатель запускается и прогревается до рабочей температуры. В процессе работы двигателя контролируется давление масла и температурный режим, двигатель осматривается на наличие подтекания масла и охлаждающей жидкости, производится прослушивание двигателя на обнаружение посторонних шумов и стуков. Продолжительность горячей обкатки от 30 минут до 1,5 часов и более. При проведении обкатки следует соблюдать некоторые правила: 1) обороты КВ не должны быть ниже 1100 оборотов в минуту (на оборотах холостого хода смесь несколько переобогащена, что не очень хорошо сказывается на работе двигателя), при этом увеличивать обороты следует исключительно за счёт увеличения подачи в цилиндры топливно-воздушной смеси (но не её обогащением); 2) не следует поднимать обороты КВ больше 3000 оборотов в минуту, работа двигателя на оборотах больше 2500 оборотов в минуту допускается непродолжительное время; 3) увеличивать обороты КВ следует постепенно.

Дальнейшая эксплуатационная обкатка двигателя осуществляется в течение первых 1,5-2 тысяч км пробега.

1.3.4 Гарантийное обслуживание

Гарантийное обслуживание отремонтированной машины осуществляется техническим центром, проводившим ремонт. Гарантийный срок также устанавливается СТО, с учётом сложившейся практики для

конкретной модели автомобиля и его года выпуска. Как правило, это один год эксплуатации или 10000 км пробега, что раньше наступит. Первые 1,5-2,0 тысячи км эксплуатации отремонтированного двигателя машины наиболее ответственным периодом – периодом обкатки. В этот период владельцу машины следует придерживаться некоторых не очень обременительных, но очень важных правил, которые позволят избежать появления неисправностей, связанных с ошибками в эксплуатации [28]:

- Перед началом движения двигатель должен прогреваться до рабочей температуры;
- Следует избегать перегрузки двигателя по оборотам и крутящему моменту. Максимальные обороты коленчатого вала следует ограничить значением 4000 оборотов в минуту для бензинового и 3000 оборотов, для дизельного двигателя. Минимальные обороты на третьей и более высоких передачах не должны быть меньше 2000 и 1500 оборотов в минуту для бензинового и дизельного двигателя соответственно. Каждому режиму движения следует строго выбирать соответствующую передачу в коробке передач;
- В период обкатки следует применять более жидкое масло, чем в последующий период эксплуатации;
- Перегрев двигателя, работа двигателя с пониженным давлением масла и на богатых топливных смесях недопустима;
- После периода обкатки автомобиль должен пройти техническое обслуживание на СТО. При техническом обслуживании производится замена моторного масла и масляного фильтра, а также проводится весь объём работ ТО №2.

Выводы: Для проведения ремонта двигателя необходимо основываться на целом ряде объективных показателей. Большой пробег не является достаточным показателем необходимости проведения ремонта двигателя, с другой стороны, малый пробег не исключает необходимость проведения такого ремонта. Наиболее важным показателем, является

своевременность текущего технического обслуживания двигателя. При своевременной смене масла и фильтра, а также при выполнении всех других необходимых работ по обслуживанию, двигатель служит надежно на протяжении многих тысяч километров пробега. Несвоевременное проведение технического обслуживания может явиться причиной резкого сокращения ресурса двигателя. При проведении ремонта необходимо соблюдать технологию ремонта двигателя.

После всех операций нужно обязательно убедиться, что блок чистый, а на поверхности цилиндров не осталось грязи и абразивных частиц. Абразивные частицы особенно опасны – плохо промытый после хонингования блок цилиндров не пройдет и трети своего ресурса.

Сборку любых агрегатов следует выполнять со всей тщательностью в чистом помещении, чтобы избежать дальнейших отказов отремонтированного двигателя и обеспечить его надежную работу.

2. Расчеты и аналитика

2.1 Организация участка по ремонту двигателей

2.1.1 Определение состава технологического оборудования участка ремонта двигателей

Оборудование и оснастка выбирается из условия необходимой технологической комплектности, в зависимости от количества рабочих мест, расчет которых будет представлен ниже [19].

Планировка участка, основное технологическое оборудование и оснастка представлена на рисунке 2.1

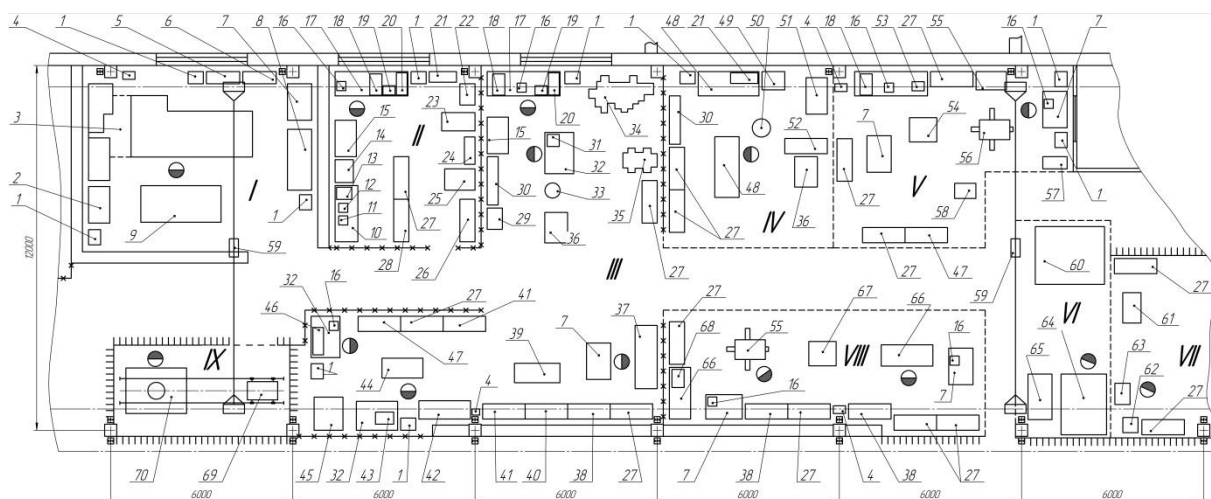


Рисунок 2.1 Планировки участка по ремонту двигателей: I – пост диагностики испытания и обкатки двигателей; II – пост ремонта топливной аппаратуры; III – слесарно-ремонтный пост; IV – пост дефектования; V – пост разборки двигателей; VI – моечный пост; VII – пост наружной мойки и разборки; VIII – пост комплектования и сборки двигателей; IX – покрасочная камера

В состав участка входит следующее оборудование: 1 – тумбочка (РО–3103) для хранения инструмента; 2 – стол МО-5004 контролёра; 3 – обкаточно-тормозной стенд КИ-1363В; 4 – шкаф управления

электропитанием; 5 – бочок МВ-023 для масла; 6 – бочок МВ-023 для топлива; 7 – верстак (МО-5001); 8 – стенд для обкатки пусковых двигателей ПД-10 КИ-2643А; 9 – стенд для контрольного осмотра двигателя КИ-3853; 10 – верстак СО-1604; 11 – прибор КИ-1086(ПНК) для испытания нагнетательных клапанов топливных насосов; 12 – прибор ПК-1640А для определения гидравлической плотности плунжерных пар; 13 – прибор КИ-3333 для испытания и регулировки форсунок; 14 – стол с моечной ванной; 15 – станок хонинговальный ТН170D; 16 – тиски столовые (№4 ГОСТ 7226-54); 17 – верстак слесарный (МО-5002); 18 – пресс настольно-гидравлический (мод 2407); 19 – электроточило настольное ТНУ-500; 20 – станок вертикально-сверлильный (2М112); 21 – стеллаж (РО-1607) для приспособлений и инструментов; 22 – ящик для песка ОРГ-1468-03-380; 23 – стенд КИ-921М (СТДА-2) для испытания дизельной топливной аппаратуры; 24 – стеллаж (РО-1607) для приспособлений и инструментов; 25 – стенд NS-110 для испытания дизельной топливной аппаратуры; 26 – стеллаж (РО-3202) для негодных деталей; 27 – стеллаж (РО-3202) для хранения инструмента и приспособлений; 28 – стеллаж (РО-3603) для новых деталей; 29 – стеллаж для готовых изделий; 30 – шкаф для хранения инструмента и приспособлений ОРГ-1603; 31 – стенд для балансировки вентиляторов; 32 – верстак слесарный (ОРГ-5365); 33 – наковальня двурога ГОСТ 11398–75; 34 – станок токарно-винторезный 1А616; 35 – станок вертикально-сверлильный (2Н125); 36 – плита поверочная с подставкой ПИ-0717; 37 – машина балансировочная универсальная БМ-У4; 38 – стеллаж (РО-0603) для новых деталей; 39 – пресс гидравлический ОКС-1671 СШК (ОПР-823); 40 – стеллаж (РО-2804) для новых деталей; 41 – стеллаж (РО-2804) для деталей подвергаемых ремонту; 42 – станок ОПР-1841 для притирки клапанов; 43 – станок СШК (ОПР-823) для шлифования фасок клапанов; 44 – стенд МО-1403 для сборки головок блоков; 45 – стенд КИ-527 для испытания масляных насосов и фильтров; 46 – стеллаж (РО-1607) для приспособлений и инструментов; 47 – стеллаж (РО-2804) для негодных деталей; 48 – стол

дефектовщика (ПИ-003); 49 – стол для дефектовки подшипников; 50 – стеллаж вращающийся; 51 – стол конторский; 52 – стеллаж (РО-0603) для годных деталей; 53 – пресс настольно–гидравлический П–6020; 54 – стенд для разборки двигателя (самодельный); 55 – бачок МВ-025 для отработанного масла; 56 – стенд ОПр-989 для разборки и сборки двигателей; 57 – шкаф управления электропитанием цеха; 58 – стенд для разборки двигателей; 59 – кран однобалочный опорный; 60 – моечная установка 196М; 61 – стенд для разборки сборочных единиц и агрегатов; 62 – мини мойка (Karcher Xpert HD 7140); 63 – стенд для разборки сборочных единиц и агрегатов; 64 – моечная машина (МД-2) камерного типа; 65 – моечная машина (ОМ 6068) с вращающимся барабаном для промывки масляных каналов в блоках; 66 – стол монтажный (МО-504); 67 – Стенд для сборки двигателя (цеховой); 68 – пресс гидравлический переносной 2153 ГАРО; 69 – тележка–платформа; 70 – местная вытяжка.

2.1.2 Расчет потребностей в производственных площадях участка ремонта двигателей

Расчет площади участка производится путем умножения суммарной площади горизонтальной проекции оборудования на коэффициент плотности его расстановки K_n (коэффициент проходов) [20, 27].

Площадь участка $F_{уч}$, м², вычисляют по формуле:

$$F_{уч} = F_{об} \cdot K_n \quad (2.1)$$

где, $F_{об}$ – суммарная площадь горизонтальной проекции оборудования, м²;

K_n – коэффициент проходов.

Значения коэффициента проходов для производственных зон участков приведены в таблице $K_n = 4,5$.

При настольном или настенном оборудовании в суммарную площадь оборудования должны входить площади столов или верстаков, на которых (или над которыми) устанавливается оборудование, а не площади самого оборудования.

Определяется суммарная горизонтальная проекция оборудования:

$$F_{об}=(1,2 \cdot 0,8 \cdot 4)+(1 \cdot 1,3)+(1,4 \cdot 0,5 \cdot 4)+(1,7 \cdot 0,95)+(1,7 \cdot 0,6)+(2,0 \cdot 1,5)+ \\ +(2,0 \cdot 1,9)+(1,35 \cdot 0,65)+(1,0 \cdot 0,6)+(1,24 \cdot 1,27)+(2,0 \cdot 1,5)=68,4 \text{ м}^2$$

Площадь участка:

$$F_{уч}=68,4 \cdot 4,5=307,8 \text{ м}^2$$

$$\text{Принимаем } F_{уч}=310 \text{ м}^2$$

Вспомогательная площадь принимается равной 20% от производственной площади, причем 40-45% вспомогательной площади отводится на магистральные проезды и тамбуры.

Вспомогательную площадь участка:

$$F_{ск}=0,25 \cdot 310=77,5 \text{ м}^2$$

2.1.3 Расчет потребностей в энергоресурсах

В зависимости от назначения участка рассчитывают силовую, осветительную и электрическую энергию. Энергию сжатого воздуха и воды, идущую на производственные нужды.

Годовой расход силовой электроэнергии W_c , кВт·ч, вычисляют по формуле:

$$W_c = \sum_{i=1}^n P_{уст} \cdot \Phi_{до} \cdot \eta_z \cdot K_{сн} \quad , \quad (2.2)$$

где, $\sum P_{уст}$ – суммарная мощность всех силовых электроприемников на оборудовании, кВт;

η_z – коэффициент загрузки оборудования, $\eta_z = 0,7$;

K_{cn} – коэффициент спроса, учитывающий не одновременность работы оборудования, $K_c = 0,4$.

$$W_c = 13,6 \cdot 2027 \cdot 0,7 \cdot 0,4 = 7718,8 \text{ кВт}$$

Годовой расход осветительной электроэнергии W_o , кВт, вычисляют по формуле:

$$W_o = RQF, \quad (2.3)$$

где, R – норма расхода электроэнергии на 1 м² площади участка, Вт/м²;

Q – годовое количество часов электрического освещения, ч;

F – площадь пола освещаемых помещений, м

$$W_o = 20 \cdot 800 \cdot 150 = 2400 \text{ кВт.}$$

Годовой расход сжатого воздуха $Q_{сж}$, м³, вычисляют по формуле:

$$Q_{сж} = K \cdot \sum qn \cdot K_u \cdot K_o \cdot \Phi_{o,o}, \quad (2.4)$$

где, K – коэффициент запаса, учитывающий эксплуатационные потери сжатого воздуха, $K = 1,2$;

q – удельный расход сжатого воздуха одним потребителем, м³/ч;

n – число одноименных потребителей сжатого воздуха, шт;

K_u – коэффициент использования потребителей;

K_o – коэффициент одновременности работы потребителей, зависит от числа однотипных воздухопотребителей, при их числе 5 - $K_o = 0,8$.

$$Q_{сж} = 1,2 \cdot (40 \cdot 2 \cdot 0,2 + 60 \cdot 2 \cdot 0,2 + 30 \cdot 2 \cdot 0,2 + 75 \cdot 2 \cdot 0,4 + 5 \cdot 1 \cdot 0,4 + 40 \cdot 2 \cdot 0,1) \cdot 0,8 \cdot 2027$$

$$Q_{сж} = 237402 \text{ м}^3.$$

Годовой расход воды для моечных машин, ванн, баков Q_g , м³, вычисляется по формуле:

$$Q_g = 1,25 \cdot q_c \cdot n_c, \quad (2.5)$$

где, 1,25 – коэффициент, учитывающий периодическую доливку воды;

q_c – емкость резервуара, м³;

n_c – число смен воды в резервуаре за год с учетом периодической ее смены.

$$Q_g = 1,25 \cdot 3 \cdot 200 = 750 \text{ м}^3.$$

Годовой расход воды на охлаждение двигателей Q_g , м³, в процессе приработки и испытания вычисляют по формуле [30, 37]:

$$Q_g = q_n \cdot t_n \cdot N, \quad (2.6)$$

где, q_n – часовой расход воды на приработку и испытание двигателей без учета циркуляционной, м³/ч;

t_n – продолжительность приработки и испытания двигателей, ч.

$$Q_g = 200 \cdot 2,8 \cdot 727 = 407120 \text{ м}^3.$$

Годовой расход воды потребителем Q_g , м³, с нормированным расходом воды на одно изделие (при гидравлических испытаниях), вычисляют по формуле:

$$Q_g = qN, \quad (2.7)$$

где, q – норма расхода воды, м³.

При гидравлических испытаниях:

1 – блока цилиндров $q=0,002 \text{ м}^3$;

2 – головки блока цилиндров $q=0,001 \text{ м}^3$;

$$Q_g = (0,002 + 0,001) \cdot 727 = 2,2 \text{ м}^3.$$

2.1.4 Планировка технологического оборудования

Планировкой участка называется план расположения производственного и другого оборудования, рабочих мест, проездов проходов и тому подобное. Разработка планировочных решений – наиболее

сложный и ответственный этап проектирования, так как при этом необходимо учитывать организацию и взаимосвязь производственного процесса [22].

Технологическую планировку (рис. 2.1) оборудования выполняют на основе компоновочного плана производственного участка. Оборудование располагают в порядке последовательности выполнения технологических операций: разборки, мойки, дефектации и сортировки, последующей комплектации и так далее.

Проходы, проезды и расположение оборудования должны позволять проводить монтаж, демонтаж и ремонт оборудования, обеспечивать удобство подачи ремонтируемого объекта, инструмента, уборки отходов и безопасность работ.

Выбранные подъемно-транспортные средства необходимо увязать с технологическим процессом и расположением оборудования так, чтобы были достигнуты кратчайшие пути перемещения грузов, не создавая помех на проездах, проходах и путях движения людей.

Расположение оборудования должно предусматривать возможность изменения планировки, при использовании более прогрессивных технологических процессов [25].

Расстановка оборудования выполняется с учетом существующих требований, норм расстояний между оборудованием и элементами зданий, норм ширины проездов и расстояний между оборудованием [23].

2.1.5 Расчет штатного состава рабочих

Расчет состава рабочих необходимых для выполнения работ на участке определяется с учётом режима работы предприятия и фонда рабочего времени. Число рабочих дней в году – 250; число рабочих смен в сутки – 1; длительность смены в часах – 10.

Годовые фонды рабочего времени рабочих рассчитывают исходя из продолжительности смены. Различают номинальный и действительный годовые фонды времени работы.

Номинальный годовой фонд времени работы – это число рабочих часов в соответствии с режимом работы без учета возможных потерь времени.

Номинальный годовой фонд времени работы Φ_H , ч., определяют по формуле

$$\Phi_H = (K_P \cdot t_{CM} - K_{П} \cdot t_C) \cdot K_C, \quad (2.8)$$

где, K_P – число рабочих дней в году;

t_{CM} – продолжительность рабочей смены, ч.;

$K_{П}$ – число предвыходных и предпраздничных дней;

t_C – время, на которое сокращается смена в предпраздничные и праздничные дни, ч.;

K_C – число смен.

$$\Phi_H = (250 \cdot 10 - 7 \cdot 1) \cdot 1 = 2493 \text{ ч.}$$

Действительный (расчетный) годовой фонд времени – это фактически отработываемое время рабочим с учетом потерь (очередные отпуска, болезни и так далее).

Действительный годовой фонд времени рабочего Φ_D , ч., определяют по формуле:

$$\Phi_D = (\Phi_H - K_O \cdot t_{CM}) \cdot K_P, \quad (2.9)$$

где, K_O – число отпуска в году, дней;

K_P – коэффициент потерь рабочего времени.

$$\Phi_D = (2493 - 25 \cdot 10) \cdot 0,97 = 2176 \text{ ч.}$$

Число производственных рабочих на участке P , чел., определяют по формуле:

$$P = \frac{T_{KP}}{\Phi_D}. \quad (2.10)$$

$$P = \frac{7106,7}{2176} = 8,26 \text{ чел.}$$

В результате принимаем 9 рабочих на участок капитального ремонта двигателей.

2.2. Разработка технологического процесса восстановления головки блока цилиндров

2.2.1 Восстановление деталей

Одним из основных вопросов ремонтного производства является восстановление изношенных деталей. Эффективность использования машин и оборудования обеспечивается высоким уровнем их технического обслуживания и ремонта, наличием необходимого числа запасных частей. Наряду с восстановлением узкой номенклатуры основных и массовых деталей особое место отводится широкой номенклатуре деталей, восстановление которых целесообразно проводить на большинстве ремонтных предприятий. Сбалансированное обеспечение запасными частями ремонтных предприятий и сферы эксплуатации машин и оборудования, как показывают технико-экономические расчеты, выгодно осуществлять с учетом периодического возобновления работоспособности деталей, восстанавливаемых современными способами. При этом важным условием является их восстановление до уровня новых при относительно невысокой себестоимости [33].

Восстановление деталей двигателей обеспечивают экономию высококачественного металла, топлива, энергетических и трудовых ресурсов. По сравнению с изготовлением новых деталей, для восстановления работоспособности изношенных требуется в 5-8 раз меньше технологических операций. Однако для применения процесса восстановления необходимо владеть не только соответствующей информацией о способах восстановления, но и знать принципы проектирования технических

процессов восстановления деталей машин, а также уметь обоснованно выбирать рациональный способ восстановления той или иной детали. С учетом сказанного выше в данной ВКР разработан маршрутный технологический процесс восстановления головки цилиндров дизельного двигателя КРАЗ 65055.

2.2.2 Изменение технического состояния рабочей поверхности головки цилиндров

Технико-экономические показатели двигателя (мощность, крутящий момент, расход топлива и др.) в первую очередь зависят от совершенства протекания рабочих процессов в камере сгорания. Детали двигателя, ограничивающие камеру сгорания – головка цилиндров, втулка, седло, клапан – испытывают максимальные механические и термодинамические нагрузки, обуславливающие их повышенный износ. Двигатель работает в тяжелых условиях, возникающих от действия механических и тепловых нагрузок. Головка цилиндров изготовлена из специального чугуна, масса головки в сборе – 54,24 кг. Наиболее распространенными дефектами головок блока цилиндров двигателей по статистике являются [34]:

- износ втулок клапанов (до 70 %);
- износ клапанных седел (до 60 %);
- негерметичность стаканов форсунок и заглушек;
- износ фасок и стержней клапанов;
- потеря упругости клапанных пружин;
- трещины перемычек между отверстиями под распылители форсунок и седлами клапанов.

Под воздействием динамических нагружений и тепловых деформаций возникает ряд дефектов. Основанием для отбраковки либо восстановления головки блока цилиндров являются повреждение резьбы шпилек или отверстий, риски, раковины на рабочих поверхностях клапанных гнезд,

отклонение от плоскостности поверхности прилегания к блоку и другие дефекты.

На рисунке 2.2 приведена головка цилиндров двигателя Ford-Ecotord 9.0L 360PS с указанием места и наименования возникающих в процессе эксплуатации дефектов.

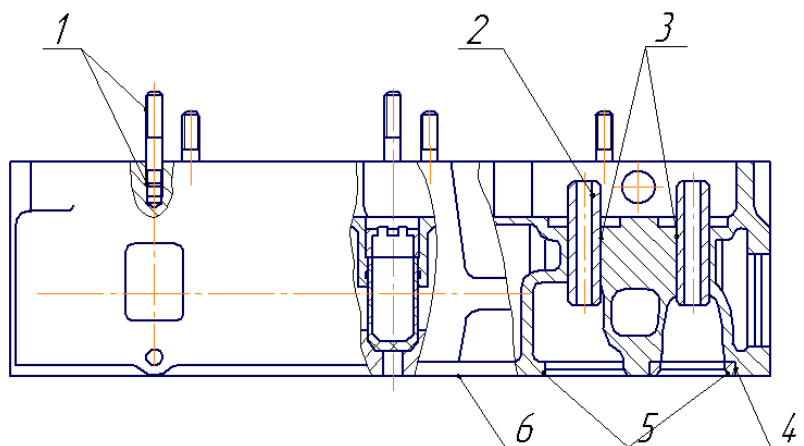


Рисунок 2.2 Головка цилиндров КРАЗ 65055 с перечнем возможных дефектов: 1 – повреждение резьбы; 2 – износ внутренней поверхности направляющих втулок клапанов; 3 – износ поверхностей отверстий под направляющие втулки клапанов; 4 – износ поверхности отверстия под седло выпускного клапана; 5 – износ клапанных гнезд, раковины на рабочих поверхностях; 6 – отклонение от плоскостности поверхности прилегания блоку цилиндров

2.2.3 Разработка маршрутно-операционного технологического процесса восстановления головки цилиндров

На начальном этапе проектирования технологического маршрута тип производства определяют предварительно. Оценка типа производства с использованием количественных критериев возможна лишь для действующего производства [22].

Для определения типа производства следует исходить из заданной годовой программы ремонта деталей, их веса и времени обработки на основных операциях. Предполагаемый годовой объем ремонта деталей

составляет $N = 250$ штук. Основываясь на программе выпуска и массе детали тип производства – среднесерийный.

Данный тип производства характеризуется ограниченной номенклатурой изделий восстанавливаемых периодически повторяемыми партиями (сериями), при заданном годовом объеме выпуска. В серийном производстве технологический процесс преимущественно дифференцирован, т.е. расчленен на отдельные операции, которые закреплены за определенными станками.

При разработке маршрута технологического процесса восстановления головки цилиндров дизельного двигателя с учетом среднесерийного типа производства применяются принципы концентрации переходов на операциях, то есть операции должны содержать максимальное количество переходов [25].

2.2.4 Обоснование выбора рационального способа восстановления головки цилиндров

Обоснование выбора рационального способа восстановления детали по дефекту 6 (рис. 2.2) «отклонение от плоскостности поверхности прилегания к блоку». Для выбора рационального способа восстановления применяется критериальный подход с учетом требований ремонтного чертежа.

На первом этапе по технологическому критерию оценивается комплекс факторов, определяющих выбор способа восстановления с учетом следующих ограничений:

- 1) конструктивно-технологические ограничения, учитывающие специфику базирования и доступность воздействия рабочим инструментом. Головка цилиндров имеет достаточные по площади размеры для ее установки на операциях восстановления, восстанавливаемая поверхность гладкая, без выступов, что делает ее обработку доступной для воздействия рабочим инструментом;

- 2) состояние общей геометрии, учитывающее отклонения формы

восстанавливаемой детали. Восстанавливаемая головка цилиндров имеет отклонение от плоскостности в пределах 0,16-0,2 мм;

3) характер и величина износа. Износ восстанавливаемой поверхности головки цилиндров вызван температурными деформациями и не превышает 0,2 мм.

С учетом названных факторов определяются перспективные способы восстановления поверхности головки. Из известных способов можно выделить обработку плоскости прилегания к блоку шлифованием и фрезерованием.

Дальнейшее обоснование выбора рациональных способов восстановления седел клапанов выполнено по техническому критерию на основе расчета коэффициента долговечности K_d :

$$K_d = K_i \cdot K_B \cdot K_C \cdot K_{\Pi},$$

где, K_i – коэффициент износостойкости;

K_B – коэффициент выносливости;

K_C – коэффициент сцепляемости покрытия;

K_{Π} – поправочный коэффициент (0,8...0,9).

Для способа шлифования головки цилиндров численное значение \hat{E}_A составит:

$$K_d = 0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,85$$

Для способа фрезерования головки цилиндров:

$$K_d = 0,85 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,76$$

Исходя из того, что коэффициент долговечности K_d пропорционален сроку службы детали в эксплуатации, то рациональным по этому критерию будет способ, у которого $K_d \rightarrow \max$. На основании использования данного принципа сделан выбор предпочтительного способа восстановления – шлифование головки цилиндров [31].

Для принятия окончательного решения применяется технико-экономический критерий на основе расчета данных способов по коэффициенту K_T :

$$K_T = C_B / K_D, \text{ руб/м}^2,$$

где, K_T – коэффициент технико-экономической эффективности;

K_D – коэффициент долговечности;

C_B – себестоимость восстановления 1 м² изношенной поверхности детали, руб/м².

Для способа шлифования головки цилиндров численное значение K_T составит:

$$K_T = 3200 \text{ руб/м}^2.$$

Для способа фрезерования головки цилиндров:

$$K_T = 3580 \text{ руб/м}^2.$$

Эффективным считают способ, у которого $K_T \rightarrow \min$.

Решение в пользу выбора приоритетного рационального способа восстановления определяется минимальным расчетным значением коэффициента K_T . На основании использования данного принципа сделан окончательный выбор предпочтительного способа восстановления – шлифование головки цилиндров [29].

2.2.5 Разработка маршрутного технологического процесса

Определяется маршрут восстановления головки цилиндров для всех дефектов (дефекты 1,5,6) в виде перечня операций с краткой характеристикой их назначения, производится подбор необходимого оборудования. В таблице 2.1 представлены варианты технологического процесса.

Предлагаемые варианты маршрутных технологических процессов отличаются оборудованием, используемым на операции восстановления №

025. На этой операции обрабатывается рабочая поверхность седел клапанов.

Возможные решения о выборе варианта при моделировании производственных ситуаций представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.1 – Варианты технологического процесса

| | Вариант 1 | Вариант 2 |
|---|---|---|
| 1 | 005 Очистная Моечная машина ОМ-5360 | 005 Очистная Моечная машина ОМ-5360 |
| 2 | 010 Сушильная Компрессор ВВ 0,05/7-1000 | 010 Сушильная Компрессор ВВ 0,05/7-1000 |
| 3 | 015 Дефектовочная Стенд КИ - 4805 | 015 Дефектовочная Стенд КИ - 4805 |
| 4 | 020 Ремонтная (для резьбовых отверстий) Сверлильный станок 2А125 | 020 Ремонтная (для резьбовых отверстий) Сверлильный станок 2А125 |
| 5 | 025 Ремонтная (для клапанных гнезд) Сверлильный станок 2Н150 | 025 Ремонтная (для клапанных гнезд) Ручной набор «Niway» |
| 6 | 030 Шлифовальная (для поверхности прилегания) Плоскошлифовальный станок 3П732 | 030 Шлифовальная (для поверхности прилегания) Плоскошлифовальный станок 3П732 |
| 7 | 035 Контрольная Приспособление контрольное | 035 Контрольная Приспособление контрольное |

Таблица 2.2 – Заключение о приоритетном варианте

| Ситуации | Альтернативные операции в маршрутах | Показатели материально - финансовых возможностей | | | Предпочтительный вариант МТП |
|----------|-------------------------------------|--|-------------------------|-----------------------------------|---|
| | | наличие оборудования | издержки по дооснащению | целесообразность капиталовложений | |
| 1 | Сверлильная | + | Есть комплект зенкеров | — | Вариант 1 дооснащение нецелесообразно |
| | Ремонтная | — | Нет комплекта «Niway» | Нецелесообразно | |
| 2 | Сверлильная | — | Нет комплекта зенкеров | — | Вариант 2 дооснащение нецелесообразно |
| | Ремонтная | + | Есть комплект «Niway» | — | |
| 3 | Сверлильная | + | Есть комплект зенкеров | Нецелесообразно | Вариант 2 по производительности |
| | Ремонтная | + | Есть комплект «Niway» | — | |

Вывод: предполагая на предприятии наличие ситуации № 3 в качестве окончательного решения целесообразно отдать предпочтение маршрутно-технологическому процессу по варианту 1 с применением комплекта «Niway» [30].

3. Результаты проведенного исследования

3.1. Разработка маршрутно-операционного технологического процесса восстановления головки цилиндров

Разработаем маршрутно-операционное описание для приоритетного маршрутного технологического процесса.

Ниже приведен маршрутно-операционный процесс для приоритетного варианта 2 восстановления головки блока:

005 Очистная

Моечная машина ОМ-5360

Синтетическое моющее средство АМ-15, температура моющего раствора 80-90 °С

010 Сушильная

Компрессор ВВ 0,05/7-1000

015 Дефектовочная

Стенд КИ - 4805

020 Ремонтная (для резьбовых отверстий)

Сверлильный станок 2А125

Переход: рассверливание отверстия под шпильки с $d=14,0$ мм до $D=18,5$ мм.

Инструмент: сверло спиральное с коническим хвостовиком $\varnothing 18,5$ ГОСТ 2092-77, материал Р6М5 ГОСТ 6396-78 [7].

Расчет скорости резания при рассверливании ведем аналитическим способом с использованием справочной литературы. Теоретическая скорость резания находится по формуле:

$$V_{\text{д}} = \frac{\tilde{N}_v \times D^q}{\tilde{O}^m \times S^y \times t^x} \times \hat{E}_v.$$

Назначаем подачу по табл. 25 стр. 277 [7] $S=0,4$ мм/об. Глубина резания при рассверливании $t = 0,5(D - d) = 0,5 \cdot (18,5 - 14) = 2,25$ мм.

По табл. 28 стр. 279 [7] определяем значение коэффициента и показатели степеней.

$$\tilde{N}_v = 23,4; \quad q_v = 0,25; \quad y = 0,4; \quad m = 0,125; \quad x = 0,1.$$

$T = 60$ мин – стойкость инструмента (сверла) без переточки.

Расчет поправочного коэффициента:

$$K_v = K_{iv} \times K_{ev} \times K_{lv} = 1 \times 0,8 \times 0,9 = 0,72$$

K_{lv} – коэффициент на обрабатываемый материал, (СЧ15, HB=190):

$$K_{lv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v} = \left(\frac{190}{190} \right)^{1,3} = 1$$

K_{ev} – коэффициент на инструментальный материал, $K_{ev} = 0,8$;

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления, $K_{lv} = 1$.

Расчет теоретической скорости резания:

$$V_{\delta} = \frac{\tilde{N}_v \times D^q}{\tilde{O}^m \times S^y \times t^x} \times \hat{E}_v = \frac{23,4 \times 18,5^{0,25}}{60^{0,125} \times 0,4^{0,4} \times 2,25^{0,1}} \times 0,72 = 271 \text{ м/мин}$$

Расчет частоты вращения:

$$n = \frac{1000 \times V_{\delta}}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 271}{3,14 \times 18,5} = 464,8 \text{ об/мин.}$$

Назначаем по паспорту станка $n_{\text{пасп}} = 500$ об/мин. Находим действительную скорость резания:

$$V_{\delta} = \frac{\pi \times D \times n_{\text{пасп}}}{1000} = \frac{3,14 \times 18,5 \times 500}{1000} = 29,05 \text{ м/мин.}$$

Выбор инструмента: сверление отверстия $\varnothing 18,5$ мм осуществляется сверлом 2301-0076 по ГОСТ 10903-77.

025 Ремонтная (для клапанных гнезд)

Ручной набор «Niway»

030 Шлифовальная (для поверхности прилегания)

Плоскошлифовальный станок 3П732

Для окончательного шлифования поверхности головки периферией круга принимаем шлифовальный круг ПП 250×127×60 КЗ 24А40СМ1К 35м/с А2 кл ГОСТ 2424-83, расшифровывается следующим образом:

"ПП" – прямого профиля;

"250 127 60" – размеры круга в мм, $D = 250$, $d = 127$, $H = 60$;

"КЗ" – карбокорунд зеленый;

"24" – зернистость, средний размер зерна 500 мкм;

"СМ1" -твердость: среднемягкий № 1;

"К" – керамическая связка;

"35 м/с" – для работы с окружной скоростью 35 м/с;

"А2" – класс точности при классе неуравновешенности 2.

Назначаем режимы обработки ([7] т.2 стр.300-302):

- глубина шлифования $t = 0,01$ мм.
- продольная подача $S=12$ м/мин.
- скорость круга 30-35 м/с.

035 Контрольная.

Приспособление контрольное. Осуществляется контроль
геометрических параметров.

3.2 Выбор обоснование и расчет конструктивной разработки

Для операции снятия-установки двигателя используется несколько видов приспособлений.

Снятие двигателя при помощи кран-балки или гидравлического крана-стрелы. Данные приспособления применимы только для тех автомобилей, у которых снятие двигателя производится вверх. В нашем случае выемка двигателя производится назад. Транспортировка двигателя может производиться с помощью тележки [31].

Снятие двигателя снизу, например, у автобуса, путем его поднятия.

3.3 Обоснование конструктивной разработки

В основе выбора конструкторской разработки лежит анализ участка ремонта двигателей и предлагаемый технологический процесс текущего ремонта двигателей, а так же анализ приспособлений для снятия-установки и транспортирования двигателей.

По технологическому процессу можно сделать следующий вывод, что очень трудоемкой, наименее продуманной и механизированной операцией является операция снятия-установки двигателя. Таким образом, для операции снятия-установки двигателя, объектом конструкторской разработки выбираем приспособление для снятия-установки и транспортирования двигателей, которое облегчит данную операцию.

3.3.1 Описание предлагаемой конструкции

Данная конструкция состоит из опорно-ходовой и подъёмной частей. Опорно-ходовая часть состоит из платформы, на которой при помощи сварки смонтирована вертикальная рама и колес для удобства транспортировки снятого двигателя.

Подъёмная часть состоит из жестко закрепленной на основании вертикальной рамы, по которой в свою очередь перемещается каретка. На каретке крепится рабочее оборудование – вилочный захват.

Для поднятия или опускания каретки используется передача винт-гайка с ременной передачей от электродвигателя [28].

3.3.2 Расчет конструктивной разработки

Расчет передачи винт гайка. Передача винт-гайка служит для преобразования вращательного движения в поступательное. Преимуществом данной конструкции является простота изготовления, компактность, плавность и бесшумность работы и высокая нагрузочная способность. Работа данной передачи основана на теории винтовой пары.

Вид профиля резьбы выбираем исходя из условий работы передачи.
Для разрабатываемой конструкции выбираем упорную самотормозящую резьбу.

Винт гайка $F = 700$ кГ $\Gamma = 6870$ Н $L = 1200$ мм.

Винт из стали 5, гайка из чугуна АСЧ-1.

Допускаемые напряжения:

$$\text{Винт } [\sigma] = \frac{[\sigma]_{\Gamma}}{n} = \frac{270}{3} = 90 \text{ МПа} \quad (3.1)$$

Гайка $[\sigma_p] = 24$ МПа, $[\sigma_{cu}] = 40$ МПа

Назначается цельная конструкция гайки $\sigma_h = 1,8$, для упорной резьбы $\sigma_h = 0,75$

$$d \geq \sqrt{\frac{F}{\pi \sigma_u \sigma_h [P]}} = \sqrt{\frac{9810}{3,14 \cdot 1,8 \cdot 0,75 \cdot 6}} = 19,64 \text{ мм} \quad (3.2)$$

Диаметр винта принимается из расчета на устойчивость $d = 40$ мм.

По ГОСТ 10177-62 принимается упорная резьба с параметрами: $d = 40$ мм; $P = 10$ мм; $d_2 = 34,75$ мм; $d_1 = 29,5$ мм

Для выполнения условия самоторможения принимается однозаходная резьба ($n=1$ $P_n=P$). Угол подъема резьбы:

$$\text{tg } \gamma = \frac{P_h}{\pi d_2} = \frac{7}{3,14 \cdot 32,5} = 0,065 \quad (3.3)$$

$$\gamma = 3^\circ, 52'$$

$$\text{Приведенный угол трения } p' = \arctg f = \arctg 0,1 = 5^\circ 43' \quad (3.4)$$

Условия самоторможения $p' > \gamma$ выполняется

Определяются размеры гайки:

$$H = n \cdot d_2 = 1,8 \cdot 80 \quad H = 144 \text{ мм} \quad (3.5)$$

$$\text{Число витков гайки } Z = \frac{H}{P_n} = \frac{144}{10} = 14 \text{ витков} \quad (3.6)$$

Наружный диаметр гайки:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,2 F}{\pi [\sigma_p]} + d_2^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,2 \cdot 9810}{3,14 \cdot 24} + 80^2} = 84 \text{ мм} \quad (3.7)$$

Принимается $D_1=90$ мм.

Диаметр буртика гайки по формуле:

$$D_1 = \sqrt{\frac{4F}{\pi[\sigma]_{cu}}} = D^2_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot 9810}{3,14 \cdot 40} + 34,75^2} = 38,98_{мм} \quad (3.8)$$

Принимается $D_1=40$ мм

Высота буртика гайки $a=(0,25 \cdot 0,3) \cdot 63 = 36 \cdot 42,2$

Принимается $a=20$ мм

Проверочный расчет момента в резьбе:

$$M_p = F \frac{d^2}{2} tq(\gamma + p) = 9810 \cdot \frac{0,034}{2} tq(3^0 92 + 5^0 43) = 170,45 \cdot 0,164 = 27,95 H \cdot м \quad (3.9)$$

Эквивалентное напряжение по формуле:

$$\begin{aligned} \sigma_e &= \sqrt{\left(\frac{4F}{\pi d^2_1}\right)^2 + 3\left(\frac{M_\kappa}{\pi d^3_1}\right)^2} = \\ &= \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 9810}{3,14 \cdot 29,5^2}\right)^2 + 3\left(\frac{16 \cdot 27,95 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 29,5^3}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{39240}{2732,6}\right)^2 + 3\left(\frac{447200}{80611,25}\right)^2} = \sqrt{(14,36)^2 + 3(55,4)^2} = \\ &= \sqrt{206,2 + 92,07} = \sqrt{298,27} = 17,27 \text{ МПа} < [\sigma] = 90 \text{ МПа} \end{aligned} \quad (3.10)$$

Условия прочности винта выполнено.

Проверочный расчет винта на устойчивость .

Момент инерции:

$$\begin{aligned} J &= \frac{\pi \cdot d_1^4}{64} \cdot \left(0,375 + 0,625 \frac{d}{d_1}\right) = \frac{3,14 \cdot 29,5^4}{64} \cdot \left(0,375 + 0,625 \cdot \frac{40}{29,5}\right) = \\ &= \frac{3,14 \cdot 757335,06}{64} (0,375 + 0,625 \cdot 1,356) = 37156,8 \cdot 1,22 = 4,55 \cdot 10^4 \text{ мм}^4 \end{aligned} \quad (3.11)$$

Радиус инерции:

$$i = \frac{2}{d_1} \sqrt{\frac{J}{\pi}} = \frac{2}{29,5} \sqrt{\frac{4,55 \cdot 10^4}{3,14}} = 8,16_{мм} \quad (3.12)$$

$$\text{Гибкость } \lambda = ml/i = 0,5 \cdot 1200 / 8,16 = 73,52 \quad (3.13)$$

Из таблицы коэффициентов φ уменьшение допустимых напряжений:

$$\lambda = 73,52 ; \quad \varphi = 0,81 ; \quad \lambda = 80 ; \quad \varphi = 0,75$$

Методом линейного интерполирования определяется:

$$\lambda = 73,52 ; \quad \varphi = 0,787$$

Допускаемое напряжение на устойчивость:

$$[\sigma_y] = \varphi[\sigma] = 0,787 \cdot 90 = 70,83 \text{ МПа} \quad (3.14)$$

$$\text{Напряжение в винте } \sigma = \frac{4 \cdot 9810}{3,14 \cdot 29,5^2} = 14,36 \text{ МПа} < [\sigma_y] \quad (3.15)$$

т.е. условие устойчивости выполнено.

$$M_x^2 = -q \cdot l \cdot \frac{l}{2} = -q \cdot \frac{l^2}{2} \quad (3.16)$$

Определяется значение на конце участка:

$$\text{При } L=0 \quad M_x=0$$

$$\text{При } L=1,2 \quad M_x = -5886 \text{ Н}$$

$$\text{Определяем экстр } \left(-q \cdot \frac{l^2}{2} \right)^1 = -q \cdot l \quad (3.17)$$

$$-q \cdot l = 0 \quad \text{при } l = 0$$

Строится эпюра поперечной силы

$$Q = -q \cdot l \quad - \text{ прямая}$$

$$l = 0 \quad Q = 0$$

$$l = 1,2 \quad Q = -5886$$

$$\text{Определение сечения } \frac{M_x}{W_x} \leq [\sigma]_{из}$$

$$W_x = \frac{M_x}{[\sigma]_{из}} = \frac{24059025}{150000000} = 0,16 \quad W = 160 \text{ см}^3 \quad (3.18)$$

$$\text{Из таблицы выбирается швеллер №22} \quad W_x = 192 \text{ см}^3$$

Расчет подхвата на изгиб

$$M_x = -M = -11772 \text{ Нм} \quad (3.19)$$

Из условия прочности на изгиб:

$$\frac{|M_x|_{\max}}{W_x} \leq [\sigma]_{изг} \quad (3.20)$$

$$\frac{M_x}{[\sigma]_{изг}} \leq W_x$$

$$\frac{M_x}{[\sigma]_{\text{изг}}} = \frac{\pi D^3}{32}$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32 M_x}{\pi [\sigma]_{\text{изг}}}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 11772}{3,14 \cdot 200 \cdot 10^6}} = \sqrt[3]{0,00005} = 0,036 \text{ м} = 3,6 \text{ см} = 36 \text{ мм} \quad (3.21)$$

Определить по стандартному ряду $d=40\text{мм}$

Расчет электродвигателя. Мощность на выходном валу привода можно рассчитать по формуле:

$$P_{\text{вых}} = T_{\text{вых}} \cdot \omega_{\text{вых}} = 78,84 \cdot 6,28 = 492,85 \text{ Вт} = 0,492 \text{ кВт} \quad (3.22)$$

где, $P_{\text{вых}}$ – мощность на выходном валу привода,

$T_{\text{вых}}$ – момент на выходном валу привода,

$\omega_{\text{вых}}$ – угловая скорость на выходном валу привода, с^{-1} .

Момент на выходном валу привода можно рассчитать по формуле:

$$T_{\text{вых}} = F_t \cdot R = 3924 \cdot 0,02 = 78,48 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.23)$$

где, F_t – тяговое усилие, Н; $F_t = t \cdot F_n$;

t – коэффициент трения, $t=0,4$;

$$F_n – \text{нагрузка, } F_n = mg, m=20\text{кг}, F_n=196\text{Н}, F_t=78,4\text{Н}; \quad (3.24)$$

R – радиус рабочего органа, м; $R = 0,2\text{м}$.

Угловую скорость на выходном валу привода можно рассчитать по формуле:

$$\omega_{\text{вых}} = \frac{\pi n}{30} = \frac{3,14 \cdot 60}{30} = 6,28 \text{ с}^{-1} \quad (3.25)$$

$$F = t \cdot F_n = 0,4 \cdot 9810 = 3924 \text{ Н} \quad (3.26)$$

$$F_n = 1000 \cdot 9,81 = 9810 \text{ Н} \quad (3.27)$$

$R=0,02\text{м}$

Принимаем 4А80В8УЗ цена 1600 рублей 0,55 кВт 750 об/мин $= 78,5 \text{ с}^{-1}$

Расчет ременной передачи. Диаметр меньшего шкива по формуле:

$$D_1 = 120 \sqrt[3]{\frac{P_1}{n_1}} = 120 \sqrt[3]{\frac{550}{750}} = 108,21 \text{ мм} \quad (3.28)$$

P_1 – мощность двигателя

n_1 – обороты двигателя

По ГОСТ принимается 110мм

$$V = \pi D_1 \cdot n_1 / 60 = 3,14 \cdot 0,11 \cdot \frac{750}{60} = 4,317 \text{ м/с} \quad (3.29)$$

При этой скорости выбирается плоский приводной ремень из хлопчатобумажной ткани при $V_{\text{окр1}} \leq 20 \text{ м/с}$

Определить диаметр большого шкива

$$D_2 = V_{\text{рен}} \cdot D_1 (1 - E) = 2,094 \cdot 110 \cdot (1 - 0,015) = 226,88 \text{ мм} \quad (2.30)$$

ε – коэф. упругого скольжения

По ГОСТ $D_2 = 240 \text{ мм}$

Межосевое расстояние:

$$(D_1 + D_2) \leq a_{\text{рен}} \leq 2,5 \cdot (D_1 + D_2)$$

$$350 \leq a_{\text{рен}} \leq 875$$

Принимается ремень 500 мм.

Находим угол обхвата

$$\varphi = 164,4 \geq 150^\circ - \text{осев.}$$

Длина ремня:

$$l = 2 \cdot a_{\text{рен}} \cdot \frac{\pi}{2} \cdot (D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4 \cdot a_{\text{рен}}} = 2 \cdot 500 + \frac{3,14}{2} (110 + 240) + \frac{(240 - 110)^2}{4 \cdot 500} =$$
$$= 1000 + 612,5 + 8,45 = 1621 \text{ мм} \quad (3.31)$$

Вычисляется полезное натяжение ремня. Площадь поперечного сечения:

$$S = b \cdot S = \frac{Ft}{[\sigma_f]} = \frac{3924}{1,058 \cdot 10^6} = 0,003708 \text{ м}^2 = 370,8 \text{ мм}^2 \quad (3.32)$$

Принимается по таблице $b=60$, $S=6,5 \text{ мм}$ [14].

3.3.3 Поверочный расчет детали «Подхват»

Поверочный расчет выполнялся с применением программного продукта «Топсистемы» T-Flex-3D «Анализ». Данный программный продукт позволяет с достоверной точностью определить возникающие деформации,

напряжения в проектируемых деталях и конструкциях. Применение T-Flex – 3D «Анализ» позволяет экономить время, силы и материальные ресурсы, так как позволяет спроектировать деталь, приложив действующие силы, ограничения, связи, определить деформации и действующие напряжения. Программа позволяет своевременно (до выпуска детали) скорректировать форму и материал, добавить ребра жесткости или применить другие конструкторские решения, а так же позволяет убрать лишний материал тем самым позволяет уменьшить вес конструкции и размеры детали. С помощью программы T-Flex – 3D «Анализ» деталь приобретает оптимальную форму и материал в начале цикла своей жизни. В основе расчетов положен принцип конечно-элементного анализа [33].

Поверочный расчет детали «Подхват», который служит для подъема двигателей. Данная деталь является частью предложенной конструкторской разработки, приспособления для снятия-установки и транспортирования двигателей. В конструкции используется два подхвата (рисунок 3.1).

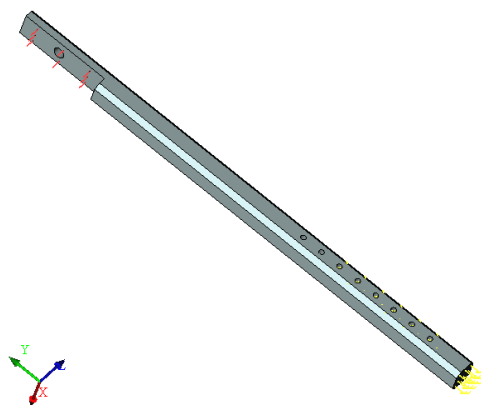


Рисунок 3.1 Общий вид детали.

На «Подхват» действует сила веса автомобиля $F=9810/2=4905$ Н. «Подхват» крепится к прямоугольной траверсе. Материал «Подхвата» Сталь 3. Схема действующих сил на «Подхват» приводится на рисунке 3.2

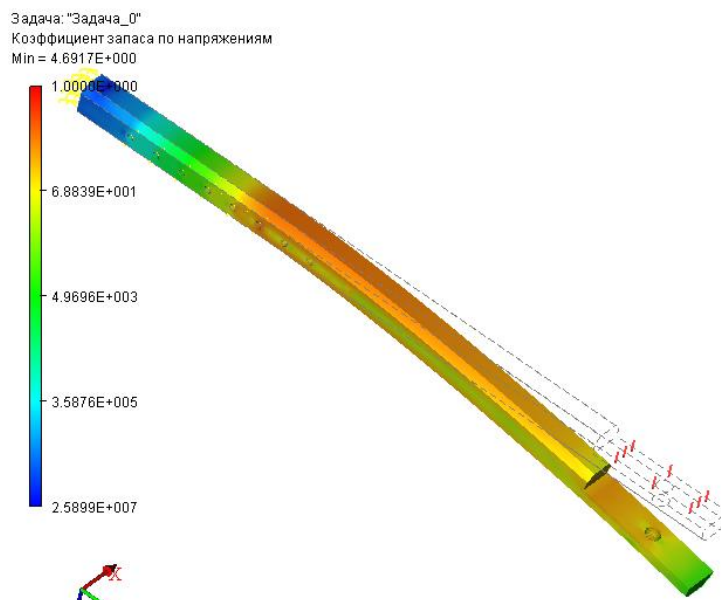


Рисунок 3.2 Схема сил действующих на деталь

Задача расчета проверить «Подхват» на прочность по суммарным напряжениям, определить минимальный запас прочности, сформировать рекомендации по оптимизации изготовления детали «Подхват».

Результаты поверочного расчета. Определяется коэффициент запаса прочности по напряжениям (рис. 3.3).

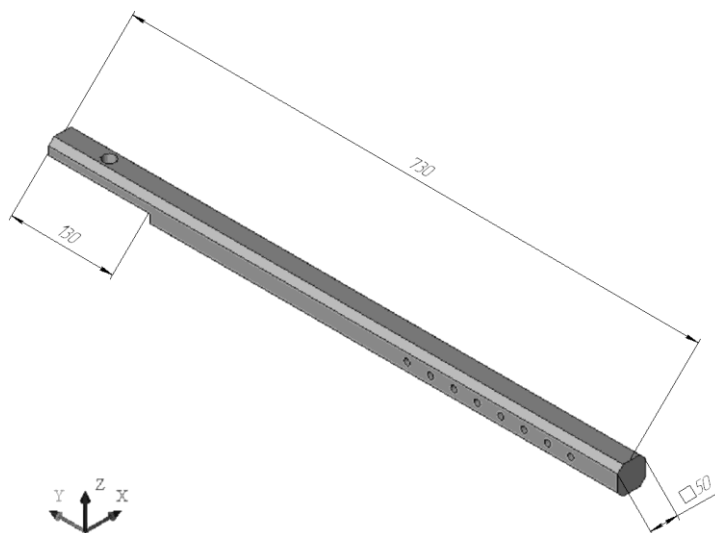


Рисунок 3.3 Коэффициент запаса прочности

Определяется суммарные напряжения в детали (рис. 3.4.).

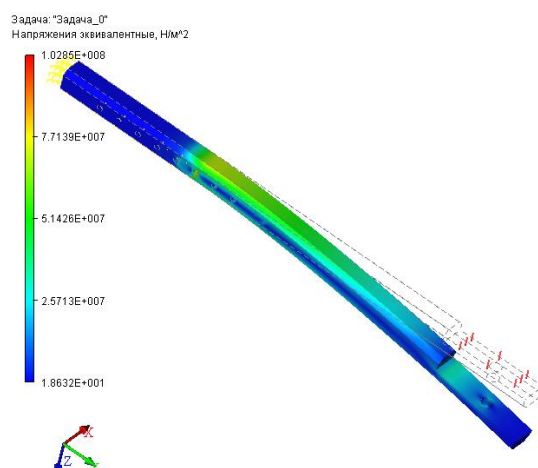


Рисунок 3.4 Суммарные напряжения

Определяются деформации детали (рис. 3.5.).

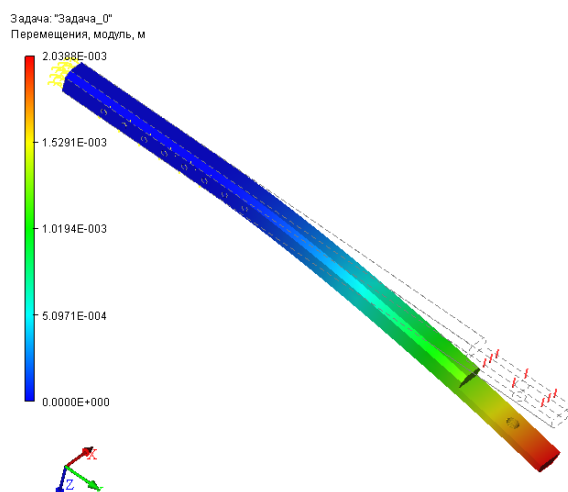


Рисунок 3.5 Деформация детали

Выводы: Коэффициент запаса прочности по напряжениям составил $k=4,7$. Опасное сечение находится в месте крепления подхвата к раме. Деформация детали упругая и не вызывает разрушения.

Нагрузка более 400 кг вызовет текучую деформацию детали с последующим изменением геометрии. Величина прогиба составила 2,2 мм.

Размеры детали подобраны, верно.

4.1 Экономический расчет конструкторской разработки

Затраты на изготовление конструкции зависят от места ведения работ и могут быть определены по формуле:

$$C_k = Z_{np} + Z_k, \quad (4.1)$$

где, C_k – стоимость конструкции;

Z_{np} – прямые эксплуатационные затраты на изготовление конструкции;

Z_k – косвенные расходы, р.

Прямые эксплуатационные затраты определяют по формуле:

$$Z_{np} = C_{ни} + C_m + Z_{общ} + O_{сн}, \quad (4.2)$$

где, $C_{ни}$ – стоимость покупных изделий, узлов;

C_m – стоимость используемых материалов;

$Z_{общ}$ – заработная плата рабочих, занятых на изготовлении, сборке разрабатываемой конструкции;

$O_{сн}$ – отчисления на социальные нужды.

Косвенные расходы находят по формуле:

$$Z_k = P_{он} + P_{ох}, \quad (4.3)$$

где, $P_{он}$ – общепроизводственные расходы;

$P_{ох}$ – общехозяйственные расходы.

Для изготовления конструкции необходимы следующие материалы, приведенные в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Затраты на материалы, руб.

| Наименование материалов | Единицы измерения | Количество | Цена за единицу | Стоимость См |
|-----------------------------|-------------------|------------|-----------------|--------------|
| Уголок 40х4 ГОСТ 8509-93 | кг | 48 | 15,6 | 748,8 |
| Лист S=8мм ГОСТ 16523-97 | кг | 200 | 18,2 | 3640 |
| Лист S=3мм ГОСТ 16523-97 | кг | 100 | 18,6 | 186 |
| Швеллер ГОСТ 8240-89 | кг | 6 | 15,6 | 93,6 |
| Итого | | | | 4668,4 |

Таблица 4.2 – Затраты на покупные изделия, руб.

| Наименование изделия | Цена за ед. | Количество | Цена |
|---|-------------|------------|------|
| Электродвигатель АИ2М80В6 ГОСТ 28330-89 | 1600 | 1 | 1600 |
| Подшипник упорный ГОСТ 27365-87 | 150 | 1 | 150 |
| Подшипник радиальный ГОСТ 8328-75 | 100 | 1 | 100 |
| Итого | | | 1850 |

Для расчета оплаты труда по изготовлению приспособления определяется виды работ и их трудоемкость, соответственно квалификацию и стоимость, то есть рассчитывается основная оплат труда [1, 2]. Численные значения сводятся в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Расчет трудоемкости на изготовление станда

| Наименование работ | Трудоемкость, чел-ч | Разряд работ | Часовая тарифная ставка, р | Стоимость работ, 3т, р |
|--------------------|---------------------|--------------|----------------------------|------------------------|
| Сварочные | 8 | 8 | 13,8 | 110,4 |
| Токарные | 3 | 9 | 13,7 | 41,1 |
| Слесарные | 4 | 7 | 8,96 | 35,84 |
| Станочные | 2 | 7 | 11,4 | 22,8 |
| Итого | | | | 210,14 |

Общую заработную плату с учетом районного коэффициента определяют по формуле:

$$Z_{\text{общ}} = (Z_m + Z_o + Z_n) \cdot \left(1 + \frac{Kp}{100}\right), \quad (4.4)$$

где, Z_m – основная тарифная заработная плата, р;

Z_o – компенсационные доплаты за работу в вечернее время, р;

Z_n – стимулирующие выплаты за обеспечение и повышение технического уровня производства, р;

Kp – районный коэффициент.

Компенсационные доплаты Z_o , р, определяют по формуле:

$$Z_o = Z_m \cdot K_o, \quad (4.5)$$

где, K_o – коэффициент доплат.

$$Z_o = 210,14 \cdot 0,3 = 63,04 \text{ р.}$$

Стимулирующие выплаты Z_n , р, определяют по формуле:

$$Z_n = Z_m \cdot K_{\text{надб}}, \quad (4.6)$$

где, $K_{\text{надб}}$ – коэффициент надбавок

$$Z_n = 132,14 \cdot 0,3 = 63,04 \text{ р.}$$

По формуле (7.4) определяем общую заработную плату:

$$Z_{\text{общ}} = (210,14 + 63,04 + 63,04) \cdot \left(1 + \frac{25}{100}\right) = 336,24 \text{ р.}$$

Отчисления на социальные нужды или во внебюджетные фонды определяют по формуле:

$$O_{\text{сн}} = [(K_{\text{ен}} + H_{\text{нс}}) \cdot Z_{\text{общ}}] / 100, \quad (4.7)$$

где, $K_{\text{ен}}$ – единый социальный налог:

- в пенсионные фонды – $H_n = 20\%$;

- медицинское страхование – $H_{\text{мс}} = 3,1\%$;

- социальное страхование – $H_{\text{сс}} = 2,9\%$;

$H_{\text{нс}}$ – страхование от несчастных случаев $H_{\text{нс}} = 1,1\%$.

$$O_{\text{сн}} = [(26 + 1,1) \cdot 336,24] / 100 = 91,12, \text{ р.}$$

По формуле (4.2) определяют прямые эксплуатационные затраты:

$$З_{np} = 4668,4 + 1850 + 336,24 + 91,12 = 6945,76 \text{ р.}$$

Общепроизводственные расходы P_{on} , определяются в пределах (20-80)% от $З_{np}$

$$P_{on} = З_{np} \cdot 0,5 = 6945,76 \cdot 0,5 = 3472,88 \text{ р.}$$

Общехозяйственные расходы $P_{ох}$, составляют (8-25)% от $З_{np}$

$$P_{ох} = З_{np} \cdot 0,2 = 6945,76 \cdot 0,2 = 1389,15 \text{ р.}$$

По формуле (3.3) определяют косвенные расходы:

$$З_{\kappa} = 3472,88 + 1389,15 = 4862,03 \text{ р.}$$

По формуле (3.1) определяют стоимость приспособления:

$$C_{\kappa} = 6945,76 + 4862,03 = 11807,79 \text{ р.}$$

Численные значения затрат сводятся в таблицу 3.4.

Таблица 4.4 – Стоимость конструкторской разработки

| Наименование затрат | Обозначение | Стоимость, руб |
|------------------------------|--------------|----------------|
| Стоимость материалов | C_m | 4 668,4 |
| Заработная плата рабочим | $З_{общ}$ | 336,24 |
| Отчисления на соц. нужды | $O_{сн}$ | 91,12 |
| Общепроизводственные расходы | $P_{он}$ | 3 472,88 |
| Общехозяйственные расходы | $P_{ох}$ | 1 389,15 |
| Затраты на покупные изделия | $З_{покуп}$ | 1 850,0 |
| Итого стоимость конструкции | C_{κ} | 11 807,79 |

4.2 Расчет окупаемости конструктивной разработки

До внедрения приспособления операция снятия, установки и транспортирования двигателя составляла 0,6 ч·часа. С внедрением приспособления трудоемкость уменьшилась и составляет 0,3 ч·часа. Ожидаемое количество ремонтов в год составляет 250 штук.

Рассчитываем сэкономленное время при работе с приспособлением

$$O = N_{р.м} \cdot 0,3 \quad (4.8)$$

где, $N_{\text{рм}}$ – количество ремонтов в год

$$O = 250 \cdot 0,3 = 75, \text{ ч} \cdot \text{часов}$$

По предприятию стоимость одного ч·часа составляет 200 рублей.

Определяется экономия от внедрения приспособления.

$$\mathcal{E} = O \cdot C_{\text{ч, часа}} = 60 \cdot 200 = 12000, \text{ рублей} \quad (4.9)$$

где, $C_{\text{ч, часа}}$ – стоимость человека часа на предприятии

При помощи приспособления данная сумма может быть сэкономлена.

Отсюда окупаемость приспособления составит

$$Q_{\text{ок}} = \frac{C_{\kappa}}{\mathcal{E}}, \text{ лет} \quad (4.10)$$

$$Q_{\text{ок}} = \frac{11807,79}{12000} = 0,98$$

Конструктивная разработка окупается в течении 1 года.

4.3 Расчет срока окупаемости участка

4.3.1 Расчёт и калькуляция затрат [24]

Балансовая стоимость зданий и сооружений определяется по балансу и составляет:

$$B_{\text{зд}} = 60000, \text{ р}$$

Амортизационные отчисления зданий находят по формуле:

$$A_{\text{зд}} = \frac{B_{\text{зд}} \cdot H_{\text{азд}}}{100}, \quad (4.11)$$

где, $H_{\text{азд}}$ – норма амортизационных отчислений.

$$A_{\text{зд}} = \frac{60000 \cdot 2,5}{100} = 1500, \text{ р}$$

Балансовая стоимость оборудования составляет:

$$B_{\text{об}} = 170000, \text{ р}$$

Амортизационные отчисления составляют:

$$A_{\text{об}} = \frac{B_{\text{об}} \cdot H_{\text{об}}}{100}, \text{ р} \quad (4.12)$$

где, $H_{об}$ – норма амортизационных отчислений оборудования по ЕН
может составлять 14,2%.

$$A_{об} = \frac{170000 \cdot 14,2}{100} = 24140 \text{ р.}$$

Расходы на материалы и запасные части для ремонта:

$$P_{м} = K_p \cdot C_{дв} \cdot \frac{3,1}{100}, \quad (4.13)$$

где, K_p – количество ремонтов;

$C_{дв}$ – стоимость двигателя, р.

$$P_{м} = 200 \cdot 195000 \cdot \frac{3,1}{100} = 1209000 \text{ р.}$$

Фонды оплаты труда или затраты на оплату труда ремонтных рабочих рассчитывают следующим образом:

- по известной среднемесячной оплате труда ремонтного рабочего определяют часовую тарифную ставку $\tau_{см}$

$$\tau_{см} = \frac{З_{см}}{t_{р.в}}, \text{ р/ч} \quad (4.14)$$

где, $t_{р.в}$ – месячный баланс рабочего времени по Постановлению Правительства РФ №873 от 25.12.2005 г. на 2006 г. составляет 165 ч.

$$\tau_{см} = \frac{5200}{165} = 31,5 \text{ р/ч}$$

Зарплату общую находят по формуле:

$$З_{общ} = T \cdot \tau_{см}, \text{ р} \quad (4.15)$$

где, T – общая трудоемкость на ремонт, чел·ч.

$$З_{общ} = 2160 \cdot 31,5 = 68040 \text{ р.}$$

Отчисления на социальные нужды рассчитывают по формуле:

$$P_{сн} = (H'_{сн} \cdot З_{общ}) / 100, \text{ р} \quad (4.16)$$

где, $H'_{сн}$ – норматив отчислений на социальные нужды.

$$P_{сн} = (27,1 \cdot 68040) / 100 = 18438,84 \text{ р.}$$

Общие производственные расходы P_{np} составляют сумму всех перечисленных расходов:

$$P_{np} = A_{зo} + A_{об} + Z_{общ} + P_{сн} + P_{м} \quad (4.17)$$

$$P_{np} = 1500 + 24140 + 68040 + 18483,84 + 1209000 = 1321163,84 \text{ р.}$$

Общепроизводственные расходы $P_{он}$ в среднем составляют до 80% от производственных затрат.

$$P_{он} = 0,5 \cdot 1321163,84 = 660581,92 \text{ р.}$$

Общехозяйственные расходы $P_{ох}$ в среднем составляют (12-60)% от производственных затрат.

$$P_{ох} = 0,2 \cdot 1321163,84 = 264232,77 \text{ р.}$$

Таким образом сумма перечисленных затрат составляет себестоимость ремонта (S).

$$S = A_{зo} + A_{об} + P_{м} + Z_{общ} + P_{сн} + P_{он} + P_{ох}, \quad (4.18)$$

$$S = 1500 + 24140 + 1209000 + 68040 + 18483,84 + 660581,92 + 264232,77 + 11807,79 = 2245978,53 \text{ р}$$

Издержки производства представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Издержки производства ТО и ремонта

| Наименование затрат | Обозначение | Годовая сумма затрат, р |
|---|-------------|-------------------------|
| Амортизационные отчисления оборудования | $A_{об}$ | 24 140 |
| Расходы на материалы и запчасти | $P_{м}$ | 1 209 000 |
| Затраты на оплату труда | $Z_{общ}$ | 68 040 |
| Отчисления на социальные нужды | $P_{сн}$ | 18 438,84 |
| Общепроизводственные расходы | $P_{он}$ | 660 581,92 |
| Общехозяйственные расходы | $P_{ох}$ | 264 232,77 |
| Итого себестоимость ремонта | S | 2 245 978,53 |

4.3.2 Расчет экономических показателей

Установка цен по себестоимости. В этом случае к расчетной величине себестоимости добавляют планируемую норму рентабельности:

$$Ц = S \cdot \left(1 + \frac{R}{100}\right), \quad (4.19)$$

где, $Ц$ – устанавливаемая цена на услуги, р;

S – расчетная себестоимость, р;

R – планируемая норма рентабельности, 20%.

$$Д = 2245978,53 \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 2695174,23 \text{ р.}$$

Выручка составляет:

$$B = Д \cdot \left(1 + \frac{НДС}{100}\right) = 2695174,23 \cdot \left(1 + \frac{18}{100}\right) = 3180305,6 \text{ р} \quad (4.20)$$

Цена услуги определяется по формуле:

$$Ц_y = \frac{B}{K_y} = \frac{3180305,6}{200} = 15901,5 \text{ , р/у} \quad (4.21)$$

Балансовая прибыль составляет:

$$П_б = Д - S, \text{ р,} \quad (4.22)$$

$$П_б = 2695174,23 - 2245978,53 = 449195,7 \text{ р.}$$

При этом доходы учитывают без начисления НДС, составляющего 18% от доходов.

Налог на прибыль составляет 20% от налогооблагаемой прибыли:

$$H_{np} = П_б \cdot 0,20, \text{ р,} \quad (4.23)$$

$$H_{np} = 449195,7 \cdot 0,20 = 89839,14, \text{ р.}$$

Определяем чистую прибыль:

$$П_ч = П_б - H_{np} = 449195,7 - 89839,14 = 359356,56, \text{ р.}$$

Рентабельность от реализации услуг:

$$R_p = \frac{П_ч}{S} \cdot 100\%, \quad (4.24)$$

$$R_p = \frac{359356,56}{2245978,53} \cdot 100 = 16,0\%$$

Фондоотдача (Φ_o) – это характеристика суммы доходов, приходящихся на 1р. основных производственных фондов:

$$\Phi_o = \frac{\sum D}{Of}, \quad (4.25)$$

где, $\sum D$ – общая сумма доходов предприятия, р;

Of – стоимость основных производственных фондов, р.

$$Of = B_{30} + B_{об} + C_k = 60000 + 170000 + 11807,79 = 241807,79, \text{ р.}$$

$$\Phi_o = \frac{2695174,23}{241807,79} = 11,15, \text{ р.} \quad (4.26)$$

Фондоемкость (Φ_e) – это размер основных фондов, с помощью которых получен каждый рубль доходов:

$$\Phi_e = Of / \sum D, \quad (4.27)$$

$$\Phi_e = 241807,79 / 2595174,23 = 0,09 \text{ р.}$$

Фондовооруженность (Φ_v) – это степень оснащенности каждого работника основными производственными фондами:

$$\Phi_v = Of / N, \quad (4.28)$$

где, N – количество рабочих

$$\Phi_v = 241807,79 / 4 = 60451,95 \text{ р/чел.}$$

Рентабельность основных фондов рассчитывают в процентном выражении как отношение чистой прибыли к стоимости основных производственных фондов:

$$R_{of} = \Pi_{ч} / Of \cdot 100, \quad (4.29)$$

$$R_{of} = 341388,73 / 241807,79 \cdot 100 = 141,18$$

Производительность труда на одного среднесписочного работника (W_p) определяют по формуле:

$$W_p = \sum D / A_{cc}, \text{ р/чел,} \quad (4.30)$$

где, A_{cc} – среднесписочное количество рабочих.

$$W_p = 2695174,23 / 4 = 673793,56 \text{ р/чел.}$$

Срок окупаемости ($Q_{ок}$) капитальных вложений, произведенных на организацию участка и внедрение конструктивной разработки:

$$Q_{ок} = Kв / \mathcal{E}_2, \text{ лет} \quad (4.31)$$

$$\mathcal{E}_Г = \text{Пч}$$

$$Q_{ок} = \frac{181807,79}{341388,73} = 0,532, \text{ года}$$

Организованный участок окупится в течении семи месяцев.

4.3.3 Экономический эффект

Экономический эффект – это абсолютный показатель, характеризующий рациональное использование некоторой совокупности экономических ресурсов, их суммарную экономию. Эффект выражается только в стоимостных показателях, и его измерителем являются денежные единицы. Экономический эффект рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E} = (C_1 - C_2), \quad (4.32)$$

где, C_1, C_2 – себестоимость единицы продукции соответственно по существующему и по новому вариантам производственного процесса или по плановой и фактической себестоимости, руб.

$$\mathcal{E} = (3\,266\,000 - 2\,246\,000) = 1\,020\,000 \text{ р.} = 1020 \text{ тыс.р} [3]$$

Ниже представлена сводная таблица 4.6 технико-экономических показателей проекта.

Таблица 4.6 – Техничко-экономические показатели проекта

| Наименование показателей | Обозначение | Единица измерения | Вариант | |
|--------------------------|---------------|-------------------|---------|---------------|
| | | | Базовый | Проектируемый |
| Производительность труда | W_m | р./чел. | 420 576 | 673 793 |
| Уровень механизации | U_m | % | 38 | 61 |
| Фондоотдача | Φ_o | - | 7,43 | 11,15 |
| Рентабельность | R | % | 10 | 16 |
| Себестоимость | S | тыс.р | 3 266 | 2 246 |
| Окупаемость | $Q_{ок}$ | лет | - | 0,532 |
| Экономический эффект | \mathcal{E} | тыс.р | - | 1 020 |

Вывод: В результате анализа полученных данных делается соответствующий вывод о том, что разработанный в данной ВКР, проект участка имеет относительно высокие экономические показатели, что в конечном итоге ещё раз указывает на необходимость его создания. Срок окупаемости проекта составит семь месяцев.

5. Социальная ответственность

5.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

Описание рабочего места.

Работы по капитальному ремонту двигателей внутреннего сгорания (ДВС) грузовых автомобилей производятся на специально спроектированном в данной ВКР участке с применением специального оборудования, стендов и инструментов.

Участок оснащен всем необходимым технологическим оборудованием для выполнения работ по капитальному ремонту ДВС. Перечень основного оборудования располагаемого на участке:

- обкаточно-тормозной стенд;
- стенд для обкатки пусковых двигателей;
- стенд для контрольного осмотра двигателя;
- прибор для испытания нагнетательных клапанов топливных насосов;
- прибор для определения гидравлической плотности плунжерных пар;
- прибор для испытания и регулировки форсунок;
- стол с моечной ванной;
- стол монтажный;
- пресс настольно-гидравлический;
- электроточило настольное;
- стенд для испытания дизельной топливной аппаратуры;
- станок токарно-винторезный 1А616;
- станок вертикально-сверлильный 2Н125;
- плита поверочная;
- машина балансировочная универсальная;
- пресс гидравлический;

- станок для притирки клапанов;
- стенд для сборки головок блоков;
- стенд для разборки двигателя;
- моечная установка;
- стенд для сборки двигателя (цеховой).

Все рабочие участка обязаны быть проинструктированы по технике безопасности при работе на установках и металлорежущих станках.

Металлорежущие станки (токарный и сверлильный) должны быть оборудованы стеклянными щитками, ограждающими рабочую зону и не позволяющими выброс стружки за её пределы. При работе на металлорежущих станках необходимо следить за состоянием спецодежды. Не допускается работа в спецодежде имеющей висячих поясов, манжет и т.д. Все пуговицы должны быть застегнуты, в том числе на рукавах. Запрещается работать в перчатках или верхонках.

Рабочие выполняющие, слесарные и станочные работы должны снабжаться средствами защиты органов зрения, представляющие собой защитные очки или маски, выполненные из прозрачного пластика, обладающего высокой ударной вязкостью.

При работе на участке капитального ремонта ДВС согласно ГОСТ 12.0.003-74, будут следующие вредные и опасные производственные факторы из группы физически опасных и вредных производственных факторов: вращающиеся механизмы (наличие движущихся частей металлорежущих станков, установок и приборов), физические перегрузки, связанные с постоянной работой на ногах; нервно-психические перегрузки связанные с перенапряжением анализаторов (постоянно визуальный контроль дефектов, разборки и сборки) [6].

Анализ выявленных вредных факторов.

Вредные факторы – производственные факторы, воздействие которых может привести к ухудшению состояния здоровья, к профессиональному заболеванию [1, 2].

Реальные производственные условия характеризуются наличием некоторых вредных и опасных производственных факторов. На участке имеются следующие вредные и опасные факторы:

а) механические факторы, характеризующиеся воздействием на человека кинетической, потенциальной энергий и механическим вращением. К ним относятся кинетическая энергия движущихся и вращающихся тел, шум, вибрация возникающие при работе оборудования.

б) термические факторы, характеризующиеся тепловой энергией и аномальной температурой. К ним относятся температура нагретых предметов и поверхностей.

в) электрические факторы, характеризующиеся наличием токоведущих частей оборудования.

1. Шум – неблагоприятно влияет на человека. Представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. На данном участке источником шума является работа моечной машины, металлорежущих станков, стендов испытания двигателей, приборов. Интенсивность шума колеблется в пределах 80 – 100 дБ, что является неблагоприятно для работы.

Предельно-допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Согласно этим нормам уровни звука не должны превышать: на постоянных рабочих местах и в рабочих зонах производственных помещений – 80 дБ.

2. Вибрация – механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем. По действию на организм человека вибрацию подразделяют: а) общая – передается по всему телу; б) локальная – передается только на руки рабочего.

Систематическое воздействие вибраций может быть причиной вибрационной болезни – стойких нарушений физиологических функций

организма, обусловленных воздействием вибраций на центральную нервную систему.

Предельно допустимые значения вибрации рабочих мест (СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Таблица 6): для виброускорения $0,450 \text{ м/с}^2$ составляет 118 дБ; для виброскорости $0,11 \text{ м/с} \cdot 10^{-2}$ составляет 92 дБ.

Предельно-допустимый уровень вибрации на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» пункт 1.1.

3. Смазочные, промывочные и смазочно-охлаждающие технологические средств, горюче-смазочные материалы. В результате механического разбрызгивания и испарения в процессе работы станков и оборудования компоненты СОЖ поступают в воздух, вызывая раздражение органов дыхания, легочной ткани, а также неблагоприятно воздействуют на другие системы организма.

Перед началом капитального ремонта с двигателя сливается моторное масло, которое в дальнейшем переливается в специальные бочки и хранится в специально отведенном месте на участке. Раз в квартал отработанное масло вывозится с участка на переработку.

4. Физические перегрузки. В данной ремонтной мастерской существуют два вида физических перегрузок:

- статические перегрузки – продолжительная работа в неудобной позе, стоя (работа у станка, верстака, стенда).
- динамические перегрузки – подъем и перенос тяжестей, ручной труд.

Для снижения воздействия на рабочего физических перегрузок, верстаки для выполнения разборочно-сборочных работ, должны иметь возможность регулировки по росту рабочего, работающего с помощью подставок под верстак или подставок под ноги.

Так же для снижения физических перегрузок на данном участке применяется: пневматические гайковерты, облегчающие откручивание и

закручивание гаек; податной стенд для снятия и установки двигателя; регламентируемые перерывы в работе персонала.

Методы защиты от вредных факторов [8-11]:

1. Защита от шума. Для снижения воздействия шума на рабочий персонал, возникающего на участке, в результате работы металлорежущего оборудования и стендов применяют наушники противошумные «Зубр МАСТЕР 11375» изготовлены в соответствии с ГОСТ 12.4.275-2014.

2. Защита от вибрации. Для уменьшения вибрации металлорежущего оборудования (станок токарно-винторезный 1А616; станок вертикально-сверлильный 2Н125) и испытательных стендов в процессе работы применяют виброизоляционные опоры ОВ-31м, на которые их устанавливают.

Микроклимат производственных помещений регламентируется СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений. Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

На разработанном участке показатели требуемого микроклимата обеспечиваются за счет использования: в холодный период – отопления помещения от местной котельной, в теплый период – используется система приточно-вытяжной вентиляции и кондиционирования воздуха.

Объём помещения участка – 1550 м³. Кратность – полный обмен воздуха в течение часа для производственных помещений – 3. Активность рабочих высокая, поэтому, коэффициент активности – 3.

Таким образом, минимальная производительность приточно-вытяжной вентиляции:

$$L=1550 \cdot 3 \cdot 3= 13950 \text{ м}^3/\text{час}, \quad (5.1)$$

Воздуховоды обычно выполняются из оцинкованной стали.

Преимущество отдается воздуховодам круглого сечения. Воздуховоды круглого сечения изготавливают определенных диаметров.

Площадь поперечного сечения воздуховода измеряется в м². Её можно посчитать по формуле:

$$F = \frac{L}{3600 \cdot v}, \quad (5.2)$$

где, v – скорость воздушных масс внутри канала, м/с 6-12 м/с, возьмём 8 м/с.

$$F = \frac{13950}{3600 \cdot 8} = 0,48 \text{ м}^2$$

Площадь поперечного сечения воздуховодов составляет 0,5м².

Для подогрева вентилируемого воздуха применяется калорифер. Калориферы – приборы, применяемые для нагревания воздуха в приточных системах вентиляции, системах кондиционирования воздуха, воздушного отопления. По виду теплоносителя калориферы могут быть огневыми, водяными, паровыми и электрическими.

Расход воздуха составляет 13950 м³/ч. Расчётная вентиляционная температура в зимний период составляет минус 24°С, внутренняя $t_B=26^\circ\text{C}$. Температура приточного воздуха промается 25°С.

Расход тепла на нагревание воздуха:

$$Q = L \cdot c \cdot y \cdot (t_B - t_{H.B}), \quad (5.3)$$

$$Q = 13950 - 0,24 \cdot (26 - (-24)) = 167400 \text{ ккал/ч}$$

Теплоноситель – горячая вода из системы отопления. Давление воды 2,5ат. Пусть весовая скорость воздуха в живом сечении калорифера $v = 8 \text{ кг/м}^2 \text{ час}$. Эта скорость принимается в пределах 5-10 кг/м² час.

Площадь живого сечения калорифера:

$$f_{жс} = \frac{L \cdot y}{3600 \cdot v_y}, \quad (5.4)$$

$$f_{ж} = \frac{13950 \cdot 1,222}{3600 \cdot 8} = 0,59 \text{ м}^2$$

Подбираем калорифер типа ВНП113ФС-303, $f_{ж}=0,6 \text{ м}^2$; Поверхность нагрева $F= 28,7 \text{ м}^2$. Принимаем стандартную жалюзийную решётку ЖМ-3 с неподвижными перьями и живым сечением $f_{ж}= 0,75 \text{ м}^2$, скорость прохода воздуха через решётку:

$$v = \frac{13950}{3600 \cdot 0,84} = 4,61 \text{ м/с}, \quad (5.5)$$

Выбор вентилятора для системы вентиляции. С учетом коэффициентов потерь или подсосов в воздуховодах рассчитывается полный напор вентилятора с поправкой на коэффициент потерь $k_n=1,1$ при длине воздуховодов менее 30м и $k_n=1,15$ в остальных случаях.

В данном случае $k_n=1,15$, так как $l_{возд} = 180 \text{ м}$.

Мощность электродвигателя для вентилятора:

$$N_y = \frac{K_3 \cdot L_B \cdot H_B}{\eta_B \cdot \eta_{II}}, \quad (5.6)$$

где, η_B – КПД вентилятора (принимается по характеристике вентилятора);

η_{II} – КПД провода вентилятора, при непосредственной установке вентилятора на валу электродвигателя он равен 1,0, а при установке через муфту 0,98;

K_3 – коэффициент запаса; $K_3=1,05 \div 1,5$.

Установочная мощность электродвигателя для вентилятора:

$$N_y = \frac{1,1 \cdot 13950 \cdot 340}{0,81 \cdot 1,0 \cdot 3600} = 17890 \text{ Вт}$$

По воздухопроизводительности принимаем к установке вентилятор ВР80-75. Сечение выхлопного отверстия 700х700 мм.

Вентиляция состоит из следующих составных частей:

- Электродвигатель мощностью 18 кВт осуществляющий привод центробежного вентилятора с производительностью 13950 м³.
- Воздуховоды которые соединяют все компоненты системы вентиляции вместе. Основными характеристиками воздуховодов являются площадь сечения, которая составляет 0,5м².
- Воздушный клапан, который предназначен для перекрытия вентиляционного канала при выключении вентиляции.
- Воздушный фильтр предназначен для защиты от пыли, пуха и насекомых и др. загрязнений.
- Калорифер для подогрева наружного воздуха в холодный период года.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ГОСТ 12.1.005-88 пункт 3.1.), используемых при проектировании производственных зданий. Требуемые параметры воздуха не превышающие ПДК поддерживаются приточно-вытяжной вентиляцией.

Воздух рабочей зоны предприятий регламентируется в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 Настоящий стандарт распространяется на воздух рабочей зоны предприятий народного хозяйства.

Скорость движения воздуха на участке не должна превышать 0,1 м/с. Допустимая температура в холодный период – 16°С; в теплый период – 21°С; относительная влажность воздуха – 15-75% (Таблица 2 СанПиН 2.2.4.548-96).

3. Защита от перегрузок. Для улучшения работы рабочего предусмотрены периодические перерывы, обеспечение удобной позы и свобода трудовых движений, использование механизированных приспособлений. Для перемещения ремонтируемого двигателя и его частей между рабочими местами в процессе выполнения работ используется кран передвижной.

5.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

На участке выявлены следующие опасные факторы:

1. Электрический ток. Проходя через организм человека электрический ток производит термическое (ожог), электролитическое (разложение жидкости), механическое (разрыв тканей) и биологическое (раздражение, возбуждение живых тканей) действие. Нормативная правовая база в сфере электробезопасности:

Правила устройства электроустановок, ПУЭ; Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей, ПТЭЭП; Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок; Инструкция по СИЗ; ГОСТ Р 12.1.019-2009. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты и др.

Для предотвращения поражения электрическим током всё оборудование на участке заземлено. Всё электрооборудование, располжённе на участке, подлежит заземлению. Оборудование подключают к стальной заземлявшей шине расположенной по периметру участка. Заземляющая шина в свою очередь присоединена к заземляющему контуру. Заземляющий контур состоит из 3-х стальных штырей диаметром 20 мм и длиной 3000 мм. Штыри заглублены в грунт на всю длину вертикально. Штыри расположены на расстоянии 2,5 друг от друга в ряд и соединены стальной шиной с сечением 5х50 мм. Токоведущие провода и кабели изолированы. При возникновении в электрической сети опасности поражения человека током применяются защитно-отключающие устройства. Недоступность токоведущих частей электроустановок обеспечено размещением их на необходимой высоте, ограждением от случайных соприкосновений. Деревянные поддоны расположенные у металлорежущих станков и

испытательных стендов так же являются средством защиты от электрического поражения.

2. Движущиеся изделия и механизмы.

При работе металлорежущих станков, гидравлического пресса, стендов и установок движущиеся части данного оборудования могут травмировать рабочих. Поэтому все рабочие зоны на металлорежущих станках, испытательных стендах и установках огорожены защитными экранами и перегородками.

3. Острые кромки.

При обработке металла образуется различного вида стружка (стружка надлома, мелкая стружка, абразивные частицы), при резке металла ножовкой появляются заусенцы.

Для защиты рабочего от возможного попадания стружки металлорежущее оборудование оснащено защитными экранами, персонал должен быть одет в рабочие халаты, застегнутые на все пуговицы. Органы зрения защищают очки FIT ROC 12219 Канада.

Опасным является также вдыхание химических веществ в любом виде (газов, паров, аэрозолей). Это приводит к поражению верхних дыхательных путей и к общетоксическому эффекту при всасывании веществ в кровь. При пищевом пути вредные вещества поступают в организм рабочего с водой, пищей и при курении. Он встречается сравнительно редко. Однако из-за опасности острого отравления с весьма тяжелыми последствиями при работе с химическими веществами необходимо постоянное внимание и соблюдение правил личной гигиены.

5.3 Охрана окружающей среды

Воздействие человека на природу, на окружающую среду, не всегда отрицательное ухудшающее и разрушающее природу. Разработанный технологический процесс ремонта ДВС грузовых автомобилей не является

вредным для окружающей среды, нет значительных выбросов вредных веществ, пыли в атмосферу. Выбросы соответствуют допустимым по ГОСТ 17.2.302-78, поэтому их очистка не предусмотрена. В процессе отработанные СОЖ необходимо собирать в специальные ёмкости. Водную и масляную фазу можно использовать в качестве компонентов для приготовления эмульсий. Масляная фаза эмульсий может поступать на регенерацию или сжигаться.

Концентрация нефтепродуктов в сточных водах при сбросе их в канализацию должна соответствовать требованиям СНиП II-32-74 «Канализация. Наружные сети и сооружения». Отработанную СОЖ сливают и хранят в бочках. Раз в шесть месяцев бочки с отработанной СОЖ вывозят с участка и отправляют на переработку.

5.4 Защита в чрезвычайных ситуациях

ЧС – это нарушение нормальных условий жизнедеятельности людей на определенной территории, вызванное аварией, катастрофой, стихийным или экологическим бедствием.

По характеру ЧС делятся на техногенные и природные. ЧС природного характера это: землетрясения, бури, град, ливни, мороз, наводнения, пожары и др. К техногенным относятся пожары, взрывы, аварии, обрушение зданий и др. Последствия их трудно предсказуемы. Обычно они приводят к большим человеческим жертвам в связи с большой концентрацией рабочих на предприятии.

Наиболее типичной чрезвычайной ситуацией на предприятии является пожар.

Одним из основных способов защиты является своевременный и быстрый вывод или вывод людей из опасной зоны, т.е. эвакуация. Затем намечаются следующие мероприятия: производится расчёт людей, необходимых для проведения эвакуации; устанавливаются мероприятия по

безаварийной остановке производства; применяются средства индивидуальной защиты при пожаре: респиратор, аптечка и др.

Превентивные меры по предупреждению пожаров: обеспечение производственных помещений пожарной автоматикой и первичными средствами пожаротушения (огнетушитель), контроль выполнения плановых противопожарных мероприятий.

Потенциальными источниками чрезвычайных ситуаций на данной территории являются [8-11]:

- Природные:

1. Ураганный ветер, ливневые дожди, которые могут привести к замыканию электропроводки. В этом случае происходит эвакуация людей в безопасное место, отключение электроэнергии.

2. При резком повышении или понижении температуры применяются дополнительные источники подогрева, охлаждения, предусмотрены перерывы.

- Техногенные:

Пожары на ремонтных предприятиях представляют большую опасность для работающих и могут причинить огромный материальный ущерб.

Причинами возникновения пожаров в ходе технологического процесса могут явиться:

-неисправность электрооборудования (короткое замыкание, перегрузки и большие переходные сопротивления);

-самовозгорание промасленной ветоши и других материалов, склонных к самовозгоранию;

-износ и коррозия оборудования.

Согласно НПБ 105-95 участок в соответствии с характером технологического процесса по взрывопожарной и пожарной опасности относится «Пожарная безопасность. Общие требования» производство

можно отнести к категории В – пожароопасное, так как на участке имеются горючие вещества и материалы в горячем состоянии.

Мероприятия по пожарной профилактике:

1. Организационные – правильная эксплуатация машин, правильное содержание зданий, территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих.

2. Технические – соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения.

3. Режимные – запрещение курения в неустановленных местах, производства электросварочных работ в пожароопасных помещениях.

4. Эксплуатационные – своевременные профилактические осмотры, ремонты, и испытания.

Работы по пожаротушению проводят штатные пожарные части, одновременно с тушением пожара эвакуируют людей.

Пожарная безопасность на участке обеспечивается соблюдением всех норм и требований по пожарной безопасности. Спроектированный участок по капитальному ремонту ДВС грузовых автомобилей оснащён двумя пожарными щитами, в составе которых имеется: два порошковых огнетушителя (ОП-4), два конусных ведра, пожарный топор, противопожарное полотнище, пожарный багор и пожарный лом. Ящик с песком. Так же два передвижных огнетушителя ОП-50.

5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В Трудовом кодексе РФ устанавливаются правила, процедуры и критерии, направленные на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

Государственные нормативные требования охраны труда обязательны для исполнения при производстве машин, механизмов и другого

оборудования, разработке технологических процессов, организации производства и труда. Статья 215 ТК РФ определяет соответствие производственных объектов и продукции государственным нормативным требованиям охраны труда.

В соответствии со ст. 225 Трудового кодекса РФ для всех поступающих на работу лиц, а также для лиц, переводимых на другую работу, работодатель обязан проводить инструктаж по охране труда. По характеру и времени проведения инструктажи подразделяется на: вводный; первичный на рабочем месте; повторный; внеплановый; целевой.

В системе обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе их трудовой деятельности основная роль принадлежит нормативным правовым актам по охране труда.

5.6 Расчет искусственного освещения

Естественное освещение в участке по ремонту двигателей отсутствует.

1. Выбираем тип освещения: общее.
2. Выбираем тип лампы: газоразрядные.
3. Определяется число ламп и высоту подвеса светильника – $H_{п}$ из условия равномерности освещения

$$\frac{H_{п}}{l} = 1,5, \text{ м} \quad (5.7)$$

где, l – расстояние между лампами в ряду;

$H_{п}$ – высота подвеса светильников.

$$l = \frac{3}{1,5} = 2, \text{ м}$$

Число светильников определяется

$$n = k \cdot \left(\frac{L_0}{l} - 1 \right) \quad (5.8)$$

где, k – количество рядов ламп

L_0 – длинна помещения, м

$$n = 4 \cdot \left(\frac{8}{2} - 1 \right) = 12$$

Определяется световой поток лампы по формуле:

$$F = \frac{S_n \cdot E \cdot K}{n \cdot \eta_c \cdot Z}, \text{ лм} \quad (5.9)$$

где, E – освещенность по нормам, лк;

K – коэффициент запаса, $K = 1,3 - 1,5$;

n – количество ламп, $n = 12$;

η_c – коэффициент использования светового потока, $\eta_c = 0,2-0,6$;

$$F = \frac{40 \cdot 200 \cdot 1,5}{12 \cdot 0,5} = 2047, \text{ лм}$$

Принимаем лампы ЛД мощностью 40 Вт НБ-200-230-40, обеспечивающие световой поток 2510 лм, по две лампы в светильнике.

Газоразрядные лампы предпочтительнее для применения в системах искусственного освещения. Они имеют высокую световую отдачу (до 10 лм/Вт) и большой срок службы (10000-14000 ч). Световой поток от газоразрядных ламп по спектральному составу близок к естественному освещению и поэтому более благоприятен для зрения.

5.7 Выводы

В данном разделе были рассмотрены опасные и вредные факторы, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда.

Для снижения общей вибрации металлорежущие станки и испытательные стенды установлены на виброизолирующих опорах.

От механических повреждений стружкой, движущимися частями оборудование имеет защитные экраны.

Большинство опасных и вредных факторов удалось устранить или значительно снизить их негативное влияние, однако влияние некоторых

вредных факторов не удалось предотвратить, таких как шум, издаваемый движущимися органами станков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте данной ВКР были рассмотрены и решены задачи, с которыми сталкиваются при организации какого-либо производственного процесса.

Анализ производственной деятельности Общества с ограниченной ответственностью «Энергомонтаж СК», показал востребованность услуги по капитальному ремонту двигателей, а, следовательно, необходимость дальнейшего развития производства путем выделения капитального ремонта двигателей в отдельный производственный участок для обеспечения всех запросов на данную услугу.

Эффективная работа участка зависит от правильной организации технологического процесса ремонта. Разработанный технологический процесс капитального ремонта двигателей позволяет продуктивно использовать рабочее время, предоставляя рабочим последовательность и технологию выполнения операций. Оптимальный выбор технологического оборудования, рациональное его размещение, в порядке выполнения технологических операций, и выбор необходимого количества работников, в соответствии с годовой производственной программой, позволяют добиться максимальной эффективности производства.

Внедрение в производственный процесс конструкторской разработки – стенда для снятия, установки и транспортировки позволяет увеличить производительность труда, при высоком качестве выполняемой операции.

Выполнив технико-экономическую оценку проекта можно сделать вывод, что организация участка по капитальному ремонту двигателей в условиях ООО «Энергомонтаж СК» целесообразна. Из экономического расчета видно, что услуга капитального ремонта двигателя выгоднее для покупателя, чем установка восстановленного на ремонтном заводе или нового двигателя.

Список источников

1. Федеральный закон «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» // Нормативные правовые акты. Гражданская оборона. Предупреждение и ликвидация ЧС природного и техногенного характера. Красноярск, 2006. – 14 с.
2. Федеральный закон «О гражданской обороне» // Нормативные правовые акты. Гражданская оборона. Предупреждение и ликвидация ЧС природного и техногенного характера. Красноярск. 2000. – 30-35 с.
3. Закон № 197 – ФЗ «Трудовой кодекс Российской Федерации». – М.: ОМЕГА – Л, 2006 – 272 с. (в редакции Федерального Закона № 90 – ФЗ от 30.06.2006 г.).
4. Постановление правительства РФ № 1113 «О Единой государственной системе предупреждения к ликвидации ЧС // Нормативные правовые акты. Гражданская оборона. Предупреждение и ликвидация ЧС природного и техногенного характера». – Красноярск, 2000. - С. 38-51.
5. Постановление правительства РФ № 794 от 30.12.2003 года «О единой государственной системе предупреждение и ликвидации ЧС».
6. ГОСТ 12.0.003 – 74*ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. Переиздание, с изменениями №1.-М.: Издательство стандартов, 1998.
7. ГОСТ 12.0.002 – 80 ССБТ. Основные понятия. Термины и определения. Введен с 01.01.1980 г. М.: – Издательство стандартов, 1989.
8. ГОСТ 12.1.005 – 88*ССБТ. Общие санитарно – гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Введен с 01.01.1989 г. М.: Издательство стандартов, 1989.
9. ГОСТ 12.1.009 – 83. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования. Введен с 01.01.1984 г. М.: – Издательство стандартов, 1989.

10. ГОСТ 12.1.004 – 91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. Введен с 01.01.1992 г. М: – Издательство стандартов, 1997.
11. СНиП 23–05–95. Строительные нормы и правила Российской Федерации. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования.
12. СНиП 2.04.05– 91. Санитарно-гигиеническим требования вентиляций.
13. Правила устройства и безопасности эксплуатации сосудов работающих под давлением ПБ-10-115-96. С изменениями и дополнениями, утвержденными Ростехнадзором России 02.12.1997. ИПБ 03-Н7-97 Москва, 2007.
14. Безопасность и экологичность проекта: Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах для студентов спец. 17.04 всех форм обучения. – Красноярск: КГТА, 1997. – 20 с.
15. Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / Белов С. В., Ильницкая А.В., Козьяков А.Ф. – 2-е изд. исправленное и дополненное. – М.: Высшая школа, 1999. – 448с.
16. Вишняков Я.Д. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий в ЧС: Учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 304с.
17. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Безопасность жизнедеятельности. - Томск: Издательство ТПУ, 2003. - 159 с.
18. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности. - Юрга: Издательство филиала ТПУ, 2002. - 96 с.
19. Надежность и ремонт машин / Под ред. В.В.Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.
20. Карагодин В.И., Митрохин Н.Н Ремонт автомобилей и двигателей. – М.: Высш.шк., 2001. – 496 с.
21. Ремонт машин / Под ред. Тельнова Н.Ф. – М.: Агропромиздат, 1992.– 560 с.

22. Бабусенко С.М. Проектирование ремонтно-обслуживающих предприятий. – М.: Агропромиздат, 1990. – 352 с.
23. Подъемно-транспортные машины / Под ред. Красникова В.В. – М.: Агропромиздат, 1987. – 272 с.
24. Проектирование и расчет подъемно-транспортирующих машин сельскохозяйственного назначения / Под ред. Ерохина М.Н. – М.: Колос, 1999. – 228 с.
25. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. / Под ред. Кукина П.П. – М.: Высш. шк., 1999. – 318 с.
26. Богатырев А.В. Автомобили – М.; Колос, 2001. – 496 с.
27. Евдокимов Ю.Н. Общие требования к оформлению курсовых и дипломных проектов (работ) / Новосиб. Гос. Аграр. Ун – т. Инженер. Ин – т – Новосибирск, 2004 – 67 с.
28. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. 4 –е изд., пререраб. и дополн. – М.: Наука, 2004. – 535 с.
29. Никитин В.А. Технологическое оборудование для технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей: Учебное пособие / Новосиб. Гос. Аграр. Ун – т. Инженер. Ин – т – Новосибирск, 2004. – 120 с.
30. Пивоварова Т.И. Экономическое обоснование инженерных решений в дипломных проектах: Методические рекомендации / Новосиб. Гос. Аграр. Ун – т. Инженер. Ин – т. – Новосибирск, 2002. – 24 с.
31. Волгин В.В. Автосервис. Маркетинг и анализ: Практическое пособие – 2-е изд.- М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2005-496 с.
32. Методические указания по выполнению экономической части выпускной квалификационной работы для студентов механико-машиностроительного факультета. - ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2006.

33. Семакина Г.А. Организационно-экономическая часть дипломных проектов. Методические указания для студентов очного и заочного отделения МТФ, обучающихся по специальности 190603. – Новосибирск, 2008- 16 с.
34. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1989. – 496 с.
35. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. пособие для техникумов. – М.: Высш. шк., 1991. – 432 с.
36. Шибков А.А. Сопротивление материалов. Рабочая программа курса и методические рекомендации по выполнению контрольных работ / Новосиб. Гос. Аграр. Ун – т. Инженер. Ин – т – Новосибирск, 1999. – 70 с.
37. Шкробак В.С., Луковников А.В., Тургиев А.К. Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве. – М.: «Колос», 2002. 512 с.